

УДК 004.72

DOI: 10.31673/2412-9070.2022.032225

І. А. БУЧЕНКО, викладач,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КЕРУВАННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

**Керування в комп'ютерних мережах здійснюється на різних рівнях залежно від потреб організацій, тому в цій статті розглянуто питання використання технологій керування в комп'ютерній мережі. Визначено основні принципи функціонування системи керування комп'ютерними мережами. Описано теорію керування. Здійснено огляд наявних методів керування. Розглянуто принцип системи керування негативним зворотним зв'язком, що використовується для підтримання змінної процесу — заданим значенням. Визначено етапи управлінського циклу, типи циклів керування, переваги замкненого циклу над контролерами відкритого циклу, класифікацію загальних підходів у теорії керування.**

**Ключові слова:** комп'ютерна мережа; методи керування; цикл керування мережами; принципи методів керування; етапи управлінського циклу.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Використання інформаційних технологій у комп'ютерних мережах для розв'язання адміністративних та бізнес-завдань, ефективності адміністративної діяльності, стратегічного розвитку, обліку та контролю, планування та аналізу, здійснення різноманітних зв'язків із компаніями та їх партнерами, клієнтами та різними структурами в мережному режимі дає можливість задовольнити зростаючі потреби і не обмежувати потоки та процеси між різними компаніями, зумовлюючи примноження інвестицій у мережні технології.

Процес упровадження, використання та керування новими інформаційними технологіями — це систематична діяльність, яка не має здійснюватись інтуїтивно. Організаціям важливо уникати необґрунтованих і невважених інвестицій в інформаційні технології, оптимізуючи витрати та плануючи майбутнє.

Під час керування інформаційною мережею потрібно дотримуватись стабільності, надійності, керованості та спостережливості. Для цього необхідно визначити, які методи керування комп'ютерними мережами існують, які сучасні методи керування наявні, а також цикл та вимоги керування такими мережами.

Ефективність керування процесами оброблення та доставляння інформації зазвичай оцінюють за результатами приросту ефективності мережі за наявності керування її ефективністю без керування за умови забезпечення необхідної якості обслуговування. Є потреба в обліку важливості інформації, що передається [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Система керування телекомунікаційними мережами (TMN — *Telecommunication Management Network*) — це модель протоколу, узгоджена Міжнародним союзом електрозв'язку (ITU) для керування відкритими системами в мережі зв'язку. Вона є части-

ною Рекомендацій ITU-T серії M.3000 і базується на специфікаціях керування OSI в Рекомендаціях ITU-T серії X.700 [1]. Технологія TMN стає застарілою технологією керування мережами, зокрема комп'ютерними, тому постає потреба в упровадженні більш сучасних технологій керування.

**Метою статті** стало дослідження ефективності технологій керування в комп'ютерних мережах, огляд наявних методів керування і управлінського циклу, визначення сучасних методів керування.

### Основна частина

Комп'ютерна мережа — це набір комп'ютерів, які спільно використовують ресурси, розташовані на вузлах мережі або надані ними. Комп'ютери використовують загальні протоколи зв'язку через цифрові з'єднання для зв'язку один з одним. Ці взаємозв'язки складаються з технологій телекомунікаційних мереж, заснованих на фізично-проводових, оптичних і безпроводових радіочастотних методах, які можуть бути організовані в різноманітних мережних топологіях.

Керування в комп'ютерних мережах відбувається на різних рівнях залежно від потреб організацій. Наприклад, керування глобальною мережею зазвичай здійснюється оператором зв'язку.

У будь-якій мережі, структурі, організації керування є невід'ємною частиною всього процесу. Перед тим, як поглиблюватись у дослідження, потрібно визначити, що таке керування і теорія керування. «Керування — сукупність цілеспрямованих дій, що містить оцінювання ситуації та стану об'єкта керування, вибір керівних дій та їх реалізацію» [2].

Теорія керування зосереджена на керуванні динамічними системами в інженерних процесах і машинах. Мета полягає в тому, аби розробити модель чи алгоритм, що керуватиме застосуванням вхідних даних системи для приведення системи в бажаний стан, мінімізуючи при цьому будь-яку

© І. А. Бученко, 2022

затримку, перевищення або помилку в стаціонарному стані та забезпечуючи рівень стабільності керування (зазвичай для досягнення певного ступеня оптимальності).

Для цього потрібен контролер із необхідною коригувальною поведінкою. Цей контролер контролює керувану змінну процесу (ЗП) [3] і порівнює її з еталонним або заданим значенням (ЗЗ) (рисунок) [3; 4]. Різниця між фактичним і бажаним значенням змінної процесу, яка називається сигналом помилки або помилкою ЗЗ-ЗП, застосовується як зворотний зв'язок для генерації керувальної дії для приведення контрольованої змінної процесу до того самого значення, що й задане значення. Інші аспекти, які також вивчаються, це керованість і спостережливість.



Блок-схема системи керування негативним зворотним зв'язком, що використовується для підтримання ЗП-ЗЗ

Теорія керування використовується в інженерії систем керування для проектування автоматизації, яка зробила революцію у виробництві, авіабудуванні, зв'язку та інших галузях промисловості й створила нові галузі, такі як робототехніка.

Зазвичай широко використовується діагностичний стиль, відомий як блок-схема. У ній передатна функція [5], також відома як системна функція або мережна функція, є математичною моделлю зв'язку між входом і виходом на основі диференціальних рівнянь, що описують систему.

Блок-схему системи негативного зворотного зв'язку (див. рисунок) використовують для підтримання заданого значення за умов порушення через регулювання з контролем помилок. Позитивна помилка означає — зворотний зв'язок занадто малий (контролер вимагає збільшення), а негативна помилка означає, що зворотний зв'язок занадто великий (контролер вимагає зменшення) [3].

Якщо вважати керування як процес сприйняття, перетворення та передавання інформації, то управлінський цикл має такі етапи:

- 1) отримання керувальною системою інформації;
- 2) систематизація, аналіз, узагальнення інформації суб'єктом керування;
- 3) формування моделей, потоків, які спрямовують і коригують функціонування системи;
- 4) передавання інформації керованій системі каналами прямого зв'язку;
- 5) передавання каналами зворотного зв'язку інформації про кінцеві результати;

6) порівняння кінцевих результатів із директивно-нормативною інформацією.

Кінцевою метою теорії керування є універсалізація, тобто узгодженість, оптимізація і найбільша ефективність роботи систем.

Методи керування технічними системами та іншими об'єктами, що розглядаються теорією, можуть ґрунтуватися на одному з трьох основоположних принципів:

- принцип розімкненого керування;
- принцип компенсації;
- принцип зворотного зв'язку.

Керування можна поділити на два види: стихійне та свідоме. У стихійному керуванні дія відбувається як підсумок взаємодії суб'єктів (синергетичне керування). У свідомому — планомірна дія об'єкта (ієрархічне керування). У разі ієрархічного керування мета роботи системи задається її надсистемою.

До сучасних методів керування можна віднести:

- нелінійне керування;
- теорія катастроф;
- адаптивне керування;
- побудова оптимальних робастних регуляторів;
- ігрові методи в керуванні;
- інтелектуальне керування.

Розглянемо класифікацію загальних підходів у теорії керування.

♦ *Процесний підхід* ґрунтується на ідеї існування деяких універсальних засобів керування.

♦ *Системний підхід* склався на підґрунті загальної теорії систем: система — це деяка цілісність, що складається із взаємозалежних підсистем, кожна з яких робить свій внесок до дії цілого.

♦ *Ситуаційний підхід* розглядає будь-яку організацію як відкриту систему, що постійно взаємодіє із зовнішнім середовищем, отже, і головні причини того, що відбувається всередині організації, слід шукати поза нею, тобто в тому становищі, в якому вона дійсно працює.

♦ *Універсальний підхід* склався на базі наукової школи Універсології, теорії універсального керування, теорії перехідних процесів, теорії відносності свідомості і розглядає будь-яку систему в сукупності її вертикальних та горизонтальних зв'язків.

♦ *Субстратний підхід* засновано на структурній оптимізації стратегії та ухвалюваних рішень за допомогою виявлення субстратів (ключових моментів ефективності) у значущих класах інформаційного контексту ситуації керування. Процес побудови такої структурно-субстратно-оптимальної стратегії називають структурною оптимізацією.

*Керування з відкритим і замкненим циклом (зворотний зв'язок)*. Переважно існує два типи циклів керування: керування з відкритим циклом і керування із замкненим циклом (зворотний зв'язок).

У керуванні з відкритим циклом керувальна дія від контролера не залежить від «виходу процесу» (або «контрольованої змінної процесу»). Хорошим прикладом цього є котел центрального опалення, яким керує лише таймер, завдяки чому тепло подається протягом постійного часу, незалежно від температури в будівлі. Керувальна дія — це вмикання/вимкнення котла за часом, змінна процесу — температура будівлі, але жодна з них не пов'язана.

У замкненому циклі керувальна дія від контролера залежить від зворотного зв'язку процесу у формі значення змінної процесу. У разі аналогії з котлом замкнений цикл включатиме термостат для порівняння температури будівлі (змінної процесу) із температурою, встановленою на термостаті (задана точка). Це генерує вихідний сигнал контролера для підтримання бажаної температури в будівлі через вмикання та вимкнення котла. Отже, контролер із замкненим циклом має цикл зворотного зв'язку, який гарантує, що контролер виконує керувальну дію, щоб маніпулювати змінною процесу, аби вона була такою самою, як «вхід керування» або «задане значення». З цієї причини контролери із замкненим циклом також називаються контролерами зі зворотним зв'язком [6].

Визначення замкненої системи керування відповідно до Британського інституту стандартів є «системою керування, що має зворотний зв'язок моніторингу, сигнал відхилення, сформований у результаті цього зворотного зв'язку, який використовується для керування дією кінцевого елемента керування в такий спосіб, щоб прагнути зменшити відхилення до нуля» [6].

Тобто можна сказати, що «Система керування зі зворотним зв'язком — це система, яка прагне підтримувати встановлений зв'язок однієї системної змінної з іншою завдяки порівнянню функцій цих змінних і використанню різниці як засобу контролю» [6].

Щоб подолати обмеження контролера з відкритим циклом, теорія керування вводить зворотний зв'язок. Контролер замкненого циклу використовує зворотний зв'язок для керування станами або виходами динамічної системи. Його назва походить від шляху інформації в системі: вхідні дані процесу впливають на вихідні дані процесу, які вимірюються давачами та обробляються за допомогою контролера; результат (керувальний сигнал) «подається назад» як вхідний сигнал для процесу, замикаючи цикл.

Контролери замкненого циклу мають переваги перед контролерами відкритого циклу:

- відхилення завад;
- гарантована продуктивність навіть із невизначеністю моделі, коли структура моделі не повніс-

тлю відповідає реальному процесу, а параметри моделі не точні;

- нестабільні процеси можна стабілізувати;
- знижена чутливість до змін параметрів;
- покращена продуктивність відстеження поси- лань.

У деяких системах керування замкнених і відкритих цикли використовуються одночасно. У таких системах керування з відкритим циклом називається прямим зв'язком і слугує для подальшого покращення продуктивності відстеження еталонних даних.

Поширеною архітектурою регулятора із замкненим циклом є пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД-регулятор або контролер).

### Висновки

Здійснено огляд теоретичної основи теорії керування. Описано етапи управлінського циклу. З'ясовано де використовується теорія керування. Розглянуто керування з відкритим і замкненим циклами.

Теорія керування потрібна для того, щоб у подальшому розвантажити мережу і зробити автоматичне керування комп'ютерною мережею, що дасть змогу спростити передавання інформації між користувачами мережі.

У майбутньому передбачається дослідження поєднання різних теорій, таких як теорія керування та теорії ігор, для досягнення найкращих результатів у комп'ютерній мережі з мінімальними затримками та найкращою стабільністю, керованістю та надійністю роботи.

### Список використаної літератури

1. **Показник ефективності системи управління розподіленою інформаційною системою в умовах невизначеності / Ю. І. Лосєв, С. І. Шматков, К. М. Руккас [та ін.] // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2015. № 2. С. 115–117.**
2. **ДСТУ 2226-93. Автоматизовані системи. Терміни та визначення (1.23).**
3. **W. Wayne Bequette. Process Control: Modeling, Design, and Simulation // Prentice Hall Professional. 2003. P. 5.**
4. **Achterbergh J., Vriens D. §2.3 Cybernetics: Effective methods for the control of complex systems // Organizations: Social Systems Conducting Experiment. Springer Science & Business Media. 2010. P. 47.**
5. **Girod B., Rabenstein R., Stenger A. Signals and systems, 2nd ed. // Wiley, 2001. P. 50.**
6. **Mayr O. The Origins of Feedback Control // The Colonial Press, Inc. 1970. Clinton, MA USA.**
7. **Кривуца В. Управління телекомунікаціями із застосуванням новітніх технологій. Київ: Техніка, 2007. 384 с.**

8. Galis A. *Multi-Domain Communication Management*. Boca Raton, Florida: CRC Press., 2000. 420 p.

9. Стеклов В. К., Беркман Л. Н., Костик Б. С. *Сучасні системи управління в телекомунікаціях*. Київ: Техніка, 2005. 400 с.

10. Варфоломєєва, О. Г., Бондарчук А. П., Лавренюк Ю. Л. *Розробка функціональної моделі сис-*

*теми управління мережею наступного покоління на рівні доступу // Зв'язок. 2015. №4. С. 49–52.*

11. Жураковський, Б. Ю. *Об'єктно-орієнтована модель системи управління мережею NGN // Вісник Держ. ун-ту інформ.-комунікаційних технологій. 2012. № 3. С. 81–84.*

I. A. Buchenko

### RESEARCH OF THE APPLICATION OF MANAGEMENT TECHNOLOGIES IN COMPUTER NETWORKS

*Management in computer networks is carried out at different levels, depending on the needs of organizations, therefore this work considers the issue of using management technologies in a computer network. A computer network is defined. Control theory is described. An overview of available management methods was conducted. The principle of the negative feedback control system, which is used to maintain the process variable at a set value, is considered. Stages of the control cycle, types of control cycles, advantages of closed loop over open loop controllers, classification of general approaches in control theory are defined.*

*Control theory deals with the control of dynamical systems in engineered processes and machines. The objective is to develop a model or algorithm governing the application of system inputs to drive the system to a desired state, while minimizing any delay, overshoot, or steady-state error and ensuring a level of control stability; often with the aim to achieve a degree of optimality.*

*To do this, a controller with the requisite corrective behavior is required. This controller monitors the controlled process variable (PV), and compares it with the reference or set point (SP). The difference between actual and desired value of the process variable, called the error signal, or SP-PV error, is applied as feedback to generate a control action to bring the controlled process variable to the same value as the set point. Other aspects which are also studied are controllability and observability. Control theory is used in control system engineering to design automation that have revolutionized manufacturing, aircraft, communications and other industries, and created new fields such as robotics.*

*To overcome the limitations of the open-loop controller, control theory introduces feedback. A closed-loop controller uses feedback to control states or outputs of a dynamical system. Its name comes from the information path in the system: process inputs have an effect on the process outputs, which is measured with sensors and processed by the controller; the result (the control signal) is «fed back» as input to the process, closing the loop.*

**Keywords:** computer network; management methods; network management cycle; principles of management methods; stages of the management cycle.

