

ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ІТ-ПОСЛУГ В ІТ-ІНФРАСТРУКТУРІ НА ОСНОВІ ЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ З ПОТЕНЦІЙНИМ ЧАСОМ ЗВІЛЬНЕННЯ

¹Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Запропоновано підхід до управління якістю ІТ-послуг в ІТ-інфраструктурі на основі абстрагування реальних компонентів ІТ-інфраструктури і приведення останніх до логічних об'єктів управління і використання параметра очікуваного звільнення такого об'єкта. Такий додатковий параметр розподілу вхідних запитів є одним з відомих властивостей об'єкта управління попри те, що він залишається випадковою величиною. Застосування такого підходу до управління є можливим за наявності мінімальної кількості компонентів, які відповідають за обробку або обчислення без необхідності уточнення їхньої внутрішньої будови, а лише узагальнивши їхній зв'язок між собою та характеристику вхідних та вихідних впливів.

*Окрім того, для дослідження ефективності запропонованого підходу розроблено спрощену модель ІТ-інфраструктури з використанням інструменту *simmer* для моделювання дискретних подій. Спрощена модель дозволила порівняти наявні способи розподілу ресурсів, з-поміж яких: випадковий, кільцевий, спосіб вибору найкоротшої черги. На найвищому рівні запропоновано вдосконалений спосіб вибору обчислювальних ресурсів. У якості цільової функції для вдосконалення використано залежність між часом, протягом якого ресурс був завантажений, та відносною доступністю ресурсу. Така цільова функція дозволила підвищити продуктивність ІТ-інфраструктури, з огляду на кількість виконаних запитів відносно загальної кількості отриманих запитів. Якщо узагальнити, то запропонований спосіб враховує три складові: час зайнятості ресурсу, обчислювальний потенціал та потенціал очікування, при цьому обчислювальний потенціал вважається пріоритетнішим.*

Ключові слова: ІТ-інфраструктура, керування ІТ-інфраструктурою, керування навантаженням, рівні ресурсів, якість ІТ-послуг, QoS.

Вступ

У сучасному світі для здійснення цифрової трансформації головну роль відіграє використання ІТ-інфраструктур, визначення яких межує з таким поняттям як центр обробки даних, що може бути частиною ІТ-інфраструктури. Призначенням ІТ-інфраструктури є надання обчислювальних ресурсів для виконання будь-яких типів задач, як корпоративних, дослідницьких, навчальних, так і завдань пов'язаних з наданням доступу до критично важливих ресурсів: водних, паливних, енергетичних, та ресурсів, які має вплив на життєдіяльність, здоров'я або безпеку людей. Для використання обчислювальних ресурсів запропоновано ідею використання ІТ-послуг, яка базується на сервісно-орієнтованому підході для розробки швидких, розподілених та легкопідтримуваних застосунків [1].

З появою ІТ-послуг, як невеликих і відкритих до підтримки модулів, виникла необхідність контролювання показників якості ІТ-інфраструктури, яка надає ці послуги. Відтак, почала відбуватися адаптація поняття якості послуги (Quality of Service), яке запропоноване міжнародним об'єднанням у сфері телекомунікацій і зв'язку ІТU-T у 1994 [2]. Можна сказати, що це визначення якості телекомунікаційної послуги отримало свій подальший розвиток у сфері інформаційних технологій і по своїй суті залишилось майже ідентичним. Варто зазначити, що рекомендація включає в себе кілька показників продуктивності, які дозволяють обчислити поточний стан мережі. Згідно з [2] якість послуг визначається як «колективний ефект продуктивності послуги, який відображає рівень задоволеності користувача послугою» [2].

Існує кілька базових підходів до управління якістю ІТ-послуг, одним з яких є декомпозиційно-компенсаційний підхід [3], який і взято за основу для подальшого розвитку. Він передбачає загальний підхід до управління, який взято за основу цього дослідження.

Метою роботи є вдосконалення способу розподілу ресурсів з використанням декомпозиційно-компенсаційного підходу та підвищення якості ІТ-послуг.

Декомпозиційно-компенсаційний підхід до управління ІТ-інфраструктурою

У працях [3], [4] запропоновано підхід до управління ІТ-інфраструктурою, який базується на декомпозиції задач управління та компенсації негативного впливу зовнішніх та внутрішніх збурюючих впливів. Суть цього підходу полягає у розбитті системи згідно з процесами управління із застосуваннями операційного управління. За допомогою цього підходу, у [4] виділено 3 контури управління ІТ-інфраструктурою: зовнішній, внутрішній і оперативний. При цьому декомпозиція ІТ-послуг передбачає визначення задач оперативного контуру, які зводяться до «неперервного підтримання рівня послуг на встановленому в SLA рівні з мінімальними затратами» [4]. Окрім декомпозиції ІТ-послуг також застосовуються методи компенсації негативних впливів, які можуть базуватися на розподілі навантаження, забезпечення надлишковості обчислювальних ресурсів, оптимізація мережевих та структурних зв'язків, тощо. Концептуально, компенсація використовується під час координації рівнів управління ІТ-послуги згідно з [5].

Задачі керування ІТ-інфраструктурою

На загальному рівні досить вагому роль у сфері управління інформаційними технологіями відіграє бібліотека ІТІЛ [6]. Згідно з положеннями ІТІЛ частиною ІТ-інфраструктури є ІТ-підрозділ, який відповідає за обслуговування ІТ-інфраструктури і при цьому становить собою партнера бізнесу із зрозумілими функціями. Варто зазначити, що ІТІЛ передбачає процесний підхід до управління, який виділяє процеси для вирішення загальних категорій проблем: управління змінами, управління інцидентами, управління рівнем послуг, управління конфігураціями, управління проблемами. Система управління, яка буде слідувати ІТІЛ, повинна підтримувати процесне управління інформаційними технологіями, автоматизувати виконання операцій для забезпечення належної якості ІТ-послуг і давати залежність бізнес-сервісів від ІТ-інфраструктури [3].

Згідно з [3] існує три загальні складові управління, дві з яких відповідають технічним вимогам до функцій керування ІТ-інфраструктурою, а саме оперативне управління або автоматична підтримка якості ІТ-послуг з доцільним використанням ресурсів. Для критичної ІТ-інфраструктури доцільне використання ресурсів не є релевантним, оскільки показники надійності стають вагомішими ніж отримання економічної вигоди. Більше того, використання значної кількості ресурсів для цілей резервування є необхідною умовою функціонування критичної ІТ-інфраструктури.

Загальна задача керування може бути визначена таким чином. Нехай змінна S з набору можливих станів \mathbf{S} визначає стан ІТ-інфраструктури у поточний момент часу. При цьому, стан ІТ-інфраструктури в деякий момент часу може залежати від керуючих впливів

$$U \in \mathbf{U}; S = f(U). \quad (1)$$

Якщо припустити, що існує функціонал $F(U, S)$ який визначає добуток множин керуючих впливів та станів, то визначимо показник ефективності управління

$$K(U) = F(U, f(U)). \quad (2)$$

Таким чином метою управління стає пошук такого допустимого впливу керування, який приводить до максимального значення ефективності, що можливо лише у випадку відомої реакції (1) на керування

$$K(U) \rightarrow \max_{U \in \mathbf{U}}. \quad (3)$$

Варто зазначити, що найважливішою задачею при цьому є надання якісних послуг. Це зводиться до загальної якості Q наданих послуг. Оперативне управління дозволяє досягнути основну ціль керування за допомогою підтримки та регулювання якості послуг на заданому рівні з урахуванням показників доступності та надійності. Тоді максимальна ефективність керування може бути досягнута завдяки вибору такого керування, який дозволяє наблизитися до узгодженого рівня якості Q_{agr} та максимальної доступності

$$Availability(Q(U) \rightarrow Q_{agr}) \rightarrow \max_{U \in \mathcal{U}} . \quad (4)$$

При цьому необхідно визначити потрібні показники якості, які підлягають регулюванню та моніторингу, у цьому випадку достатньо розглянути швидкість відгуку та обробки запитів у ІТ-інфраструктурі. Такий показник дозволяє змодельовати сценарій функціонування ІТ-інфраструктури за допомогою математичного або емпіричного апарату. У цьому дослідженні буде використано емпіричний апарат дослідження, а саме імітаційне моделювання за допомогою мови програмування R та інструменту моделювання дискретних подій.

Концепція логічного об'єкта управління

Поняття логічних об'єктів управління (ЛОУ) вперше запропоновано в [7] і набуло розширеного тлумачення в [3]. Окрім того, ці об'єкти також передбачають і функцію моніторингу, тому загальний клас таких об'єктів має назву об'єкти моніторингу та управління (ОМУ).

Згідно з [3], ЛОУ є узагальнюючим поняттям для позначення елементів логічної моделі ІТ-інфраструктури, які відображають представлення ресурсів або компонентів та включають властивості, стани, зв'язки або залежності елементів ІТ-інфраструктури. Інакше кажучи «ЛОУ — це абстрактне представлення ресурсів та елементів ІТ-інфраструктури, які проявляють свої властивості відносно управління ІТ-інфраструктурою» [3].

Для опису суті таких логічних об'єктів необхідно оперувати поняттями, що характеризують параметри, атрибути, пов'язані з ЛОУ дії, їхня поведінка, взаємозв'язки та відношення з іншими об'єктами. Теоретично, логічний об'єкт моніторингу та управління є абстрагуванням реального об'єкта управління (РОУ), що включає структурну та поведінкову характеристику РОУ.

Маючи набір логічних об'єктів, з яких складається логічна модель ІТ-інфраструктури, необхідно також визначити набір параметрів та функцій управління, моніторингу, механізмів виявлення несправностей та методів оцінки стану. Окрім того, ЛОУ можуть мати зв'язок не лише з реальними об'єктами, а і з підсистемами ІТ-інфраструктури, іншими процесами, що відбуваються в ІТ-інфраструктурі, окрім технічних, а в окремих випадках — і з персоналом. Проте, задля спрощення, пропонується включати в розгляд лише ті процеси та суб'єкти, які максимально виключають людський фактор.

Варто зазначити, що логічним об'єктом управління може бути абстрактний об'єкт, наприклад інформаційна модель, яка дозволяє поєднати кілька інших логічних об'єктів.

Для дослідження до розгляду взято рівень абстрагування, який включає структурний рівень, а саме компоненти інфраструктури без деталізації зв'язків між цими об'єктами. При цьому проста модель ІТ-інфраструктури містить лише два елемента: вектор обчислювальних серверів **PM** та вектор планувальників або балансувальників навантаження **LB**. Кожен компонент виступає логічним об'єктом моніторингу та управління, який розглядається як чорний ящик, тому час обробки кожним таким ЛОУ може бути змодельований як функція ймовірності загального розподілу або може бути сформований з даних, зібраних у реальних центрах обробки даних. Для дослідження використано підхід, який передбачає отримання щільності ймовірності емпіричних даних, обчислення емпіричної кумулятивної функції розподілу (ECDF) та виконання зворотного перетворення від сукупного значення до фактичного стохастичного значення шляхом застосування рівномірного розподілу на ECDF.

Відтак, визначено 2 логічних об'єкти ІТ-інфраструктури, а саме: об'єкт планування та обчислювальний об'єкт. Об'єкт планування відповідає реальному об'єкту балансувальника навантаження запитів, поведінка якого в мережевих термінах полягає в маскуванні реальних IP-адрес сервера та заміни їх віртуальними. В загальних термінах, об'єкт, відповідальний за балансування, буде перенаправляти запити на необхідний кластер та сервер, перехоплюючи джерела або цільові адреси. Однак користувач не буде знати карту IP-адрес або адреси всередині інфраструктури, як вказано в [8], [9]. Обчислювальний об'єкт може бути представленням сервера, віртуальної машини, мікросервісу, контейнера тощо.

Дослідження експериментальної логічної моделі ІТ-інфраструктури

Для проведення експериментів використано інструмент моделювання *simmer*, який дозволяє створювати і налаштовувати середовище для проведення симуляцій сценаріїв дискретних подій. Це у свою чергу, базується на теорії черг [10].

Цей інструмент підтримує використання трьох основних підходів до балансування запитів у системі залежно від заданих правил: випадковим чином, кільцевий підхід, підхід вибору найкоротшої черги. Проведено моделювання системи, яка складається з одного планувальника та кількох обчислювальних серверів. Кожен з трьох підходів досліджено на часовому інтервалі від 1 до 62 умовних годин. Оскільки симуляція проводиться в умовних одиницях, то доцільно перевести умовні години в секунди, для цього необхідно помножити кожне значення на тривалість години, а саме 3600 секунд. Також перетворення саме в секунди є необхідною умовою для використання генератора запитів, розподіл частот для якого отриманий з масиву даних AuverGrid [11], який містить дані моніторингу реальної системи.

Для моделювання використано три розподіли часових значень: розподіл часу між прибуттям запитів, розподіл часу очікування в черзі і час обробки запиту. При цьому, єдиний розподіл, який можна розглядати вхідним впливом — це час між прибуттям запитів. Результати моделювання відображено на рис. 1. Результати відображають кумулятивну характеристику, саме тому вона зростає з часом.

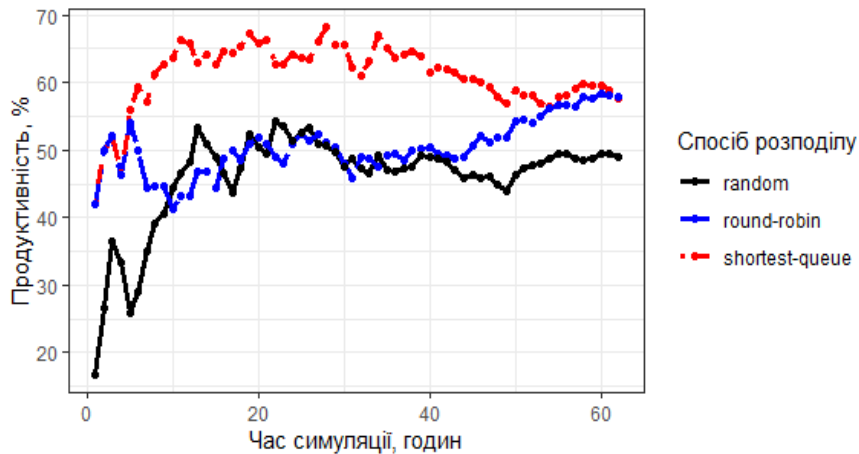


Рис. 1. Продуктивність різних способів розподілу запитів

Отримано характеристики продуктивності для трьох визначених способів розподілу запитів. Випадковий розподіл запитів (random) не є характерним для реальних ІТ-інфраструктур, оскільки він може призвести до непередбачуваних результатів у випадку невідомого розподілу випадкових значень.

У цьому випадку продуктивність обчислюється як відношення між завершеними запитами $C_c(R)$ і всіма запитами в системі $C(R)$. При цьому загальна кількість запитів визначається як

$$C(R) = \sum_{i=1}^{N_R} 1 = N_R. \quad (5)$$

Для обчислення завершених запитів необхідно використати таку систему:

$$A_C(R_i) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } Status == Completed, \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases} \quad (6)$$

Тоді продуктивність можна обчислити як

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{N_R} A_C(R_i)}{\sum_{i=1}^{N_R} 1} = \frac{C_c(R)}{C(R)} \cdot 100, \%. \quad (7)$$

Така характеристика системи є відносною і може не до кінця враховувати деякі аспекти функціонування ІТ-інфраструктури. Проте, в рівних умовах для всіх політик розподілу вона дозволяє отримати порівняльну характеристику.

Такі прості евристичні алгоритми як кільцевий або вибір найкоротшої черги можуть бути інколи неефективними, оскільки вони можуть не враховувати характеристики вхідних запитів або характеристики системи в певний момент часу або під час вибору ресурсу для обробки запиту. Саме тому на цьому рівні, коли структура самих обчислювальних об'єктів є невідомою, запропоновано використати пошук об'єкта, подібний до алгоритму найкоротшої черги, проте буде також враховуватися час, протягом якого цей ресурс зайнятий. Тобто, якщо є перелік серверів, кожен з яких

має такі властивості: кількість задач, яка виконується в цей момент, обчислювальна потужність сервера або кількість процесорів і оперативної пам'яті, кількість задач, які очікують виконання і гранична потужність очікування, перевищення якої призведе до відмови від обчислення, — тоді можна обчислити індекс миттєвості обробки запиту конкретного сервера.

$$Index = \frac{2 \left(1 - \frac{S_W}{S_C} \right) + \left(1 - \frac{Q_W}{Q_C} \right)}{1 + T_{now} - T_{busySince}} \quad (8)$$

У цьому виразі обчислюється відношення суми відносної доступності процесорів, черги очікування і часу, протягом якого ресурс був зайнятий попередньою задачею. Оскільки в першу чергу потрібно вибирати сервери, які мають більшу процесорну доступність, необхідно збільшити значимість цієї складової за допомогою добутку будь-якої константи, більшої за одиницю (у нашому випадку використано число 2). Час очікування обчислюється як різниця між поточним часом, і часом очікування задачі, яка вже виконується в цьому сервері. Одиниця в знаменнику дозволяє уникнути випадків, коли жодних запитів ще не виконувалося на сервері і час виконання попередньої задачі буде нульовим. Тоді індекс (8) буде залежати лише від характеристик процесора і черги очікування.

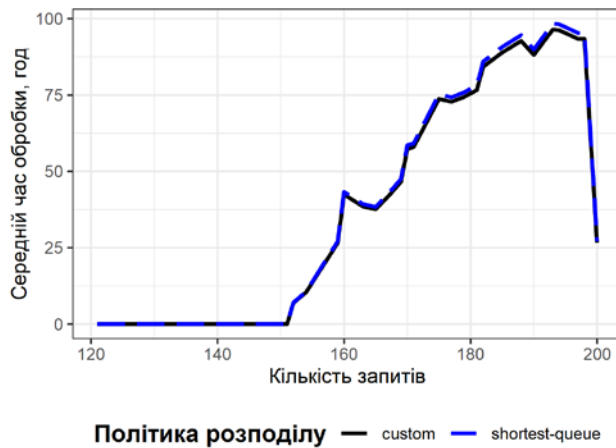


Рис. 2. Порівняння запропонованого і відомих способів розподілу

Симуляцію проведено з дотриманням тих самих умов, що і для попередніх політик розподілу запитів. Запропонована політика (позначена як "custom") розподілу в перспективі дозволила підвищити продуктивність системи. Варто зазначити, що час обробки зростає зі збільшенням кількості запитів у систему, що може свідчити про модель з неоптимальною структурою моделювання. Але, в цих умовах метою симуляції є порівняння ефективності різних політик розподілу, що і отримано в результаті аналізу. Також середній час обробки вказаний в годинах, що теж може розглядатися, як помилка, проте, моделювання проводиться на основі частотних характеристик реальних даних [11]. Реальна система може виконувати довготривалі задачі, які потребують зайнятості обчислювальних ресурсів на годинні проміжки часу. Саме такі характеристики реальної системи і спостерігаються у змодельованому середовищі.

З порівняння середнього часу обробки запитів можна помітити, що запропонований підхід має дещо кращі показники, ніж спосіб розподілу найкоротшої черги. Загалом, отримані результати було порівняно з іншими результатами в межах кількості задач. Такий аналіз дозволив виявити відхилення в межах 6...9% запропонованого рішення відносно найкращого рішення серед наявних, що свідчить про допустимий коридор використання рішення.

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід дозволяє підвищити продуктивність роботи ІТ-інфраструктури у разі застосування абстрактної моделі об'єкта моніторингу та управління для розгляду ІТ-інфраструктури у вигляді логічної моделі, коли структура ресурсів об'єкта ІТ-інфраструктури не береться до розгляду, а має значення у певному конкретному випадку лише статистична характеристика системи (що і є поведінковою характеристикою логічного об'єкта управління) або кількість задач. Також виявлено зменшення середнього часу обробки запитів, що дозволяє стверджувати, що запропонований підхід дозволяє отримати поліпшені показники у порівнянні з іншими способами розподілу ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] M. P. Papazoglou, P. Traverso, S. Dustdar, and F. Leymann, "Service-Oriented Computing: State of the Art and Research Challenges," *Computer*, vol. 40, no. 11, Nov. 2007, pp. 38-45. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.400>.
- [2] ITU, TSS. "Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability." *Recommendation E 800*, 1994.
- [3] А. И. Ролик, С. Ф. Теленик, и М. В. Теленик, *Управление корпоративной ИТ-инфраструктурой*. Киев, Украина: Наукова думка, 2018, 576с.
- [4] O. Rolik, V. Kolesnik, and D. Halushko, "Decomposition-Compensation Method for IT Service Management.," in: Kulczycki P., Kóczy L., Mesiar R., Kacprzyk J. (eds), *Information Technology and Computational Physics. CITCEP 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 462, Springer, Cham, 2017, pp. 89-107.
- [5] М. Месарович, Д. Мако, и И. Такахара, *Теория иерархических многоуровневых систем*. Москва: Мир, 1973, 344 с.
- [6] D. Cannon, *ITIL Service Strategy*. 2011, D. Cannon, Edit. UK: TSO, Norwich, 2011, 496 p.
- [7] А. И. Ролик, А. В. Волошин, Д. А. Галушко, П. Ф. Можаровский, и А. А. Покотило, «Система управления корпоративной информационно-телекоммуникационной инфраструктурой на основе агентского подхода,» *Вісник НТУУ «КПІ»*. *Інформатика, управління та обчислювальна техніка*, зб. наук. пр., № 52, с. 39-52, 2010. Бібліогр.: 7 назв.
- [8] K. Salchow, *Load balancing 101: Nuts and bolts. White Paper, F5 Networks, Inc.*, 2007.
- [9] D. Medhi, and K.. Ramasamy, *IP Traffic Engineering*, pp. 214-258, 2018. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800737-2.00009-0>
- [10] I. Ucar, B. Smeets, and A. Azcorra, "Simmer: Discrete-Event Simulation for R," *Journal of Statistical Software*, vol. 90, no. 2, 2019. <https://doi.org/10.18637/jss.v090.i02>.
- [11] GWA-T-4 AuverGrid, [Gwa.ewi.tudelft.nl](http://gwa.ewi.tudelft.nl), 2021. [Online]. Available: <http://gwa.ewi.tudelft.nl/datasets/gwa-t-4-auvergrid>. Accessed: 01- Feb- 2021.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 19.02.2021

Колеснік Валерій Миколайович — аспірант кафедри автоматики та управління в технічних системах, e-mail: kolesnik.valerii@gmail.com ;

Ролік Олександр Іванович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автоматики та управління в технічних системах, email: o.rolik@kpi.ua.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

V. M. Kolesnik¹

O. I. Rolik¹

The Approach to Quality of IT Service Management in IT Infrastructure Based on Logical Management Objects with the Potential Time of Release

¹National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

An approach to the management of the quality of IT services in the IT infrastructure based on the abstraction of the real components of the IT infrastructure and bringing the latter to the logical objects of management and the use of expected release time parameter is proposed. This additional parameter of the distribution of incoming requests is one of the known properties of the control object, despite the fact that it remains a random variable. The application of such an approach to management is possible with a minimum number of components responsible for processing or calculation without the need to clarify their internal structure, but only by summarizing their relationship and the characteristics of input and output effects.

In addition, to study the effectiveness of the proposed approach, a simplified model of IT infrastructure was developed using the simmer tool for modeling discrete events. The simplified model allowed to compare the available methods of resource allocation, among which were: random, circular, the method of choosing the shortest queue. At the highest level, an improved way of selecting computing resources was proposed. The relationship between the time during which the resource was loaded and the relative availability of the resource was used as an objective function for improvement. The application of such objective function has increased the performance of the IT infrastructure from the perspective of relation between finished requests and total requests. In summary, the proposed method takes into account three components: the time of employment of the resource, the computational potential and the waiting potential, while the computational potential is considered with higher priority.

Keywords: IT infrastructure, IT infrastructure management, workload management, resource level, quality of IT services, QoS.

Kolesnik Valerii M. — Post-Graduate Student of the Chair of Automatics and Control in Technical Systems, e-mail: kolesnik.valerii@gmail.com ;

Rolik Oleksandr I. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Automatics and Control in Technical Systems, e-mail: o.rolik@kpi.ua

В. Н. Колесник¹
А. И. Ролик¹

Подход к управлению качеством ИТ-услуг в ИТ-инфраструктуре на основе логических объектов управления с потенциальным временем освобождения

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Предложен подход к управлению качеством ИТ-услуг в ИТ-инфраструктуре на основе абстрагирования реальных компонентов ИТ-инфраструктуры и приведению последних к логическим объектам управления и использования параметра ожидаемого освобождения такого объекта. Такой дополнительный параметр разделения входящих запросов выступает одним из известных свойств объекта управления несмотря на то, что он остается случайной величиной. Применение такого подхода к управлению возможно при наличии минимального количества компонент, которые отвечают за обработку или вычисления без необходимости уточнения их внутреннего строения, а только обобщив их связь между собой и характеристику входных и выходных воздействий.

*Кроме того, для исследования эффективности предложенного подхода разработана упрощенная модель ИТ-инфраструктуры с использованием инструмента *simter* для моделирования дискретных событий. Упрощенная модель позволила сравнить имеющиеся способы распределения ресурсов, среди которых были: случайный, кольцевой, способ выбора короткой очереди. На самом высоком уровне предложено усовершенствованный способ выбора вычислительных ресурсов. В качестве целевой функции для усовершенствования использовано зависимость между временем, в течение которого ресурс был загружен, и относительной доступностью ресурса. Такая целевая функция позволила повысить производительность ИТ-инфраструктуры, учитывая количество выполненных запросов относительно общего количества полученных запросов. Если обобщить, то предложенный способ учитывает три составляющие: время занятости ресурса, вычислительный потенциал и потенциал ожидания, при этом вычислительный потенциал считается более приоритетным.*

Ключевые слова: ИТ-инфраструктура, управление ИТ-инфраструктурой, управление нагрузкой, уровни ресурсов, качество ИТ-услуг, QoS.

Колесник Валерий Николаевич — аспирант кафедры автоматике и управления в технических системах, e-mail: kolesnik.valerii@gmail.com ;

Ролик Александр Иванович — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой автоматике и управления в технических системах, email: o.rolik@kpi.ua