

УДК 004.052

Гурин В.С., студентка.

Гурин А.С., студент.

Поночовний Ю.Л., к.т.н., с.н.с.

*Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

МЕТОД ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ХМАРНИХ РЕСУРСІВ З ПОСЛУГОЮ IaaS З ВИКОРИСТАННЯМ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Анотація. Глобалізація інформаційних ресурсів зумовила повернення до концепції великих центрів обробки даних, які надають послуги хмарних обчислень. Зменшення енерговитрат від функціонування таких центрів стало проблемою міжнародного масштабу. Планування енергоефективної хмарної інфраструктури вимагає проведення моделювання її функціонування для перевірки дотримання вимог з якості обслуговування.

Ключові слова: хмарна IaaS інфраструктура, пул серверів, метод зменшення енерговитрат.

Вступ

Сучасні тенденції глобалізації обчислень і росту окремих обчислювальних завдань обґрунтовують розвиток і застосування великомасштабних розподілених систем. Такі системи можуть бути побудовані з використанням технологій кластерів, Grid, проте останнім часом все більше використовують хмарну концепцію (Cloud) для формування і надання послуг.

В той же час локалізація великих датацентрів створює передумови для впровадження Green - технологій підвищення енергоефективності обчислень

[1]. Обчислювальні хмари складаються з тисяч серверів, розміщених у дата-центрах, які забезпечують роботу десятків тисяч додатків, що одночасно використовують мільйони користувачів. У порівнянні з традиційним підходом, хмарні обчислення дозволяють управляти більшими інфраструктурами, обслуговувати різні групи користувачів у межах хмари.

Огляд хмарної IaaS інфраструктури

Побудова хмарної інфраструктури, мінімальної за енергоспоживанням, неможлива без відомостей про фізичну архітектуру центру обробки даних, що надає хмарну послугу IaaS. На рис.1 показано представлення фізичної архітектури хмарних ЦОД з послугою IaaS згідно [2].

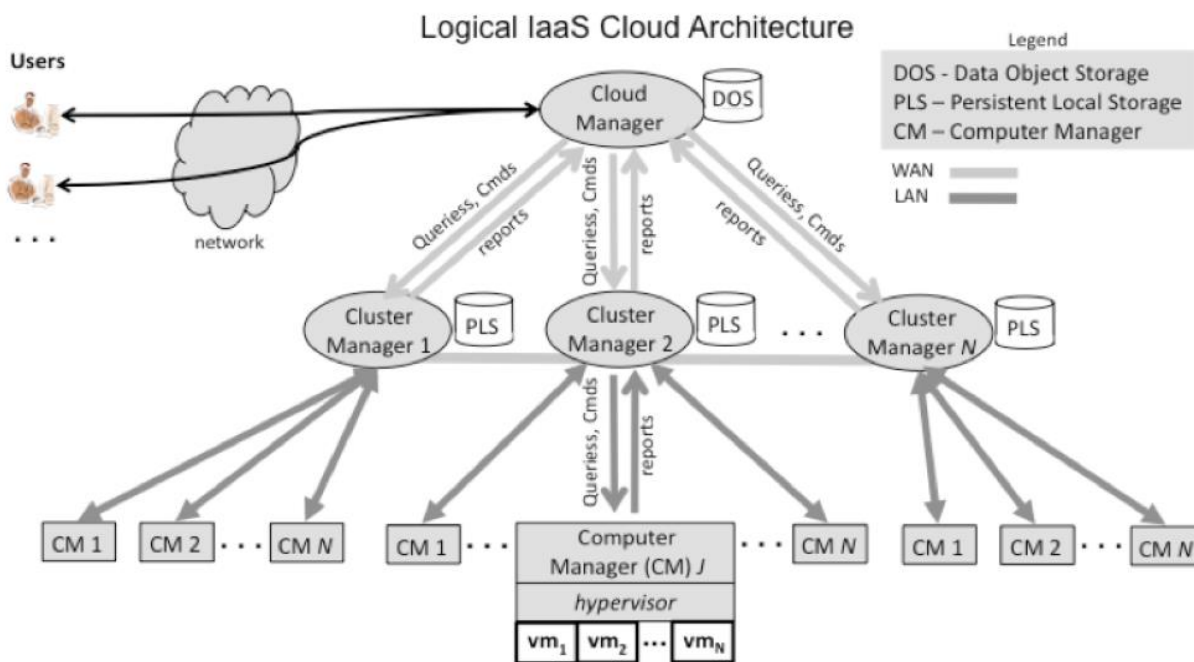


Рис. 1. IaaS хмарна архітектура

У роботі розглянута загальна модель обслуговування заявки IaaS – хмарною архітектурою, що дозволяє оцінити ймовірність відмови в обслуговуванні заявки, серверну складову часу затримки до відгуку хмарного сервера, показники енергоспоживання компонент архітектури. Модель, згідно [3], представлена на рис.2.

Після надходження заявки на IaaS - послугу, вона потрапляє у буфер (чергу) спеціальної системи-вирішувача (RPDE - Resource provisioning decision engine), здійснюючої пошук вільного ресурсу, здатного обслужити цю заявку. Як проілюстровано на рис.2, в системі можливі два види відмов в обслуговуванні заявки - при переповнюванні черги вхідних заявок системи-вирішувача і при недостатності фізичних, віртуальних і буферних ресурсів безпосередньої ланки обслуговування заявки. Також в цій моделі розглядається три типи груп ресурсів: гарячого (hot), теплого (warm) і холодного (cold) пулів фізичних серверів.

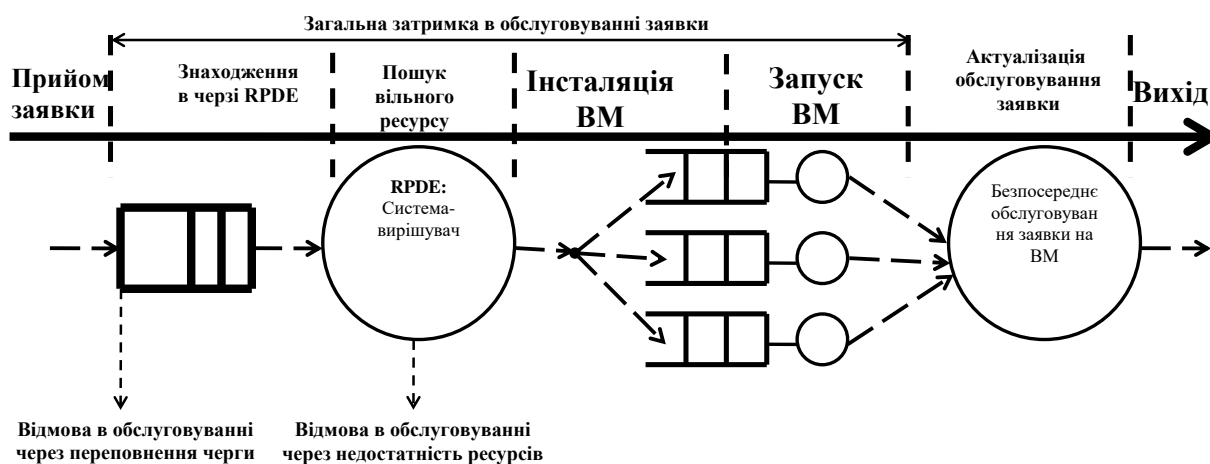


Рис.2. Загальна модель обслуговування заявки IaaS хмарною архітектурою

У гарячому пулі фізичні сервера постійно включені і готові до розгортання на них необхідної кількості VM. На фізичних серверах теплого пулу живлення включене, але вони знаходяться в режимі очікування, і не готові до розгортання VM. Фізичні сервера холодного пулу знаходяться у вимкненому стані.

Таким чином, загальна модель оцінювання якості IaaS - послуг повинна включати наступні елементи:

- модель системи-вирішувача;
- модель фізичних серверів гарячого пулу;
- модель фізичних серверів теплого пулу;
- модель фізичних серверів холодного пулу;

- модель безпосереднього обслуговування заявки.

Перелічені моделі в [3] побудовані з використанням математичного апарату неперервних та дискретних ланцюгів Маркова.

Імітаційне моделювання компонент хмарної IaaS інфраструктури

Використання марковських моделей обмежене умовою дії в системі пуассонівських потоків подій. В реальних системах розподіл часу між подіями не завжди має експоненційний характер. Саме тому альтернативою використання ланцюгів Маркова є застосування методів Монте-Карло (імітаційного моделювання). В ході імітаційного моделювання розігруються випадкові величини (показники якості та енергоспоживання), які в результаті експерименту можуть приймати одне з можливих значень, тому до їх оцінювання висуваються вимоги незсушеності, ефективності та спроможності [4]. Їх статистичною оцінкою є вибіркове середнє (середнє арифметичне), яке можна визначити з заданою точністю $\varepsilon > 0$ і достовірністю $1-\alpha$. Необхідна кількість реалізацій n_p досліджуваного процесу при його моделюванні [4] невідома, для її визначення найбільш прийнятним є послідовний метод, в якому для досягнення заданої точності забезпечується мінімальна кількість розіграшів на початковому етапі моделювання. Етапи побудови імітаційної моделі наступні:

1. Побудова першої реалізації A_1 випадкової величини A .
2. Побудова реалізації A_n ($n \geq 2$) випадкової величини A , що не залежить від попередніх $A_1 \dots A_{n-1}$ реалізацій.
3. Визначення оцінки дисперсії реалізацій величини A_n .
4. Визначення точності δ оцінки A за формулою:

$$\delta = \frac{t_{\alpha/2, n-1} \cdot S_n}{\sqrt{n}}$$

де $t_{\alpha/2, n-1}$ - квантиль розподілу Стюдента з $n - 1$ ступенями свободи.

5. Перевірка умови $\delta \leq \varepsilon$, якщо умова не виконана, то здійснюється повернення до другого етапу з заміною n на $n + 1$, в іншому випадку

приймається $n_p = n$.

Моделюючий алгоритм процесу функціонування компонент хмарної архітектури розроблений на основі «принципу dz» (принципу особливих станів). При моделюванні події, що зумовлюють зміну станів системи, послідовно обробляються і системний час зміщується кожен раз до початку наступної події. Таким чином, моменти часу зміни станів системи є випадковими і визначаються моментами надходжень заявок у чергу, виходу їх з черги, початку і закінчення безпосереднього обслуговування заявок. Ці часові проміжки розігруються відповідно до закону розподілу, форма і параметри якого є вхідними даними моделювання.

Метод зменшення енерговитрат при проектуванні хмарних ресурсів з послугою IaaS

Метод мінімізації енергоспоживання і визначення параметрів пулів серверів заснований на ітеративних процесах вибору розмірності пулів, так і їх параметрів. Послідовність процедур методу виконується на етапі специфікації системи, з подальшою перевіркою відповідності інфраструктури IaaS хмари з вибраними параметрами на етапі проектної оцінки якості функціонування та енергоспоживання.

Основні етапи метода зменшення енерговитрат при проектуванні хмарних ресурсів з послугою IaaS представлені на рис.3.

В основу метода покладені заходи проектної оцінки якості та енергоспоживання за допомогою математичних моделей і статистичних методів і ітеративний підбір параметрів системи, при яких забезпечується мінімізація результуючого показника загального енергоспоживання.

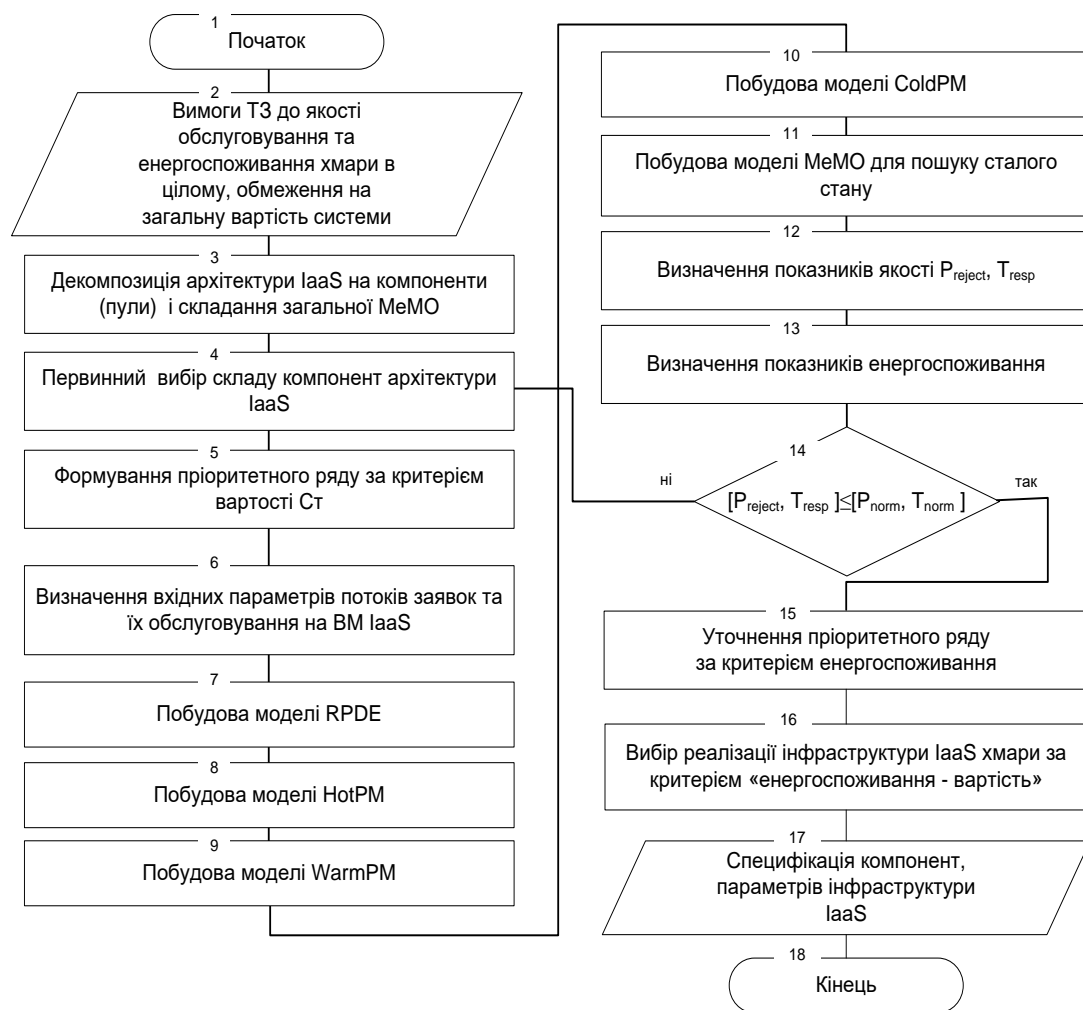


Рис. 3. Етапи метода зменшення енерговитрат при проектуванні хмарних ресурсів з послугою IaaS

Спочатку виконується аналіз бюджету проектованої IaaS (проекту в цілому). Також проводиться аналіз документації на досліджувану систему (технічне завдання, технічні умови, інструкція з експлуатації, нормативні документи та інші доступні джерела). При цьому виявляються всі вимоги до системи (обмеження з вартості: $V_{r_{max}}$, з якості обслуговування: P_{norm} , T_{norm}), робиться обґрунтування можливості рознесення обслуговування на різні пули серверів.

Після декомпозиції архітектури IaaS хмари виконується первинний підбір доступних на ринку компонент. На цьому етапі можливий вибір як дорогих енергоефективних, так і дешевших енергозатратних серверів. На даному етапі критерієм відбору є вартість виробів, яка повинна включати вартість закупівлі,

доставки, монтажу, налагодження і супроводження (для обслуговуваних компонент). На основі проведених розрахунків проектної вартості будується пріоритетний ряд варіантів в порядку збільшення *V_p*.

Далі, в залежності від обраних компонент архітектури IaaS хмари здійснюється розробка моделей оцінки якості функціонування та енергоспоживання. Після визначення результуючих параметрів для всіх можливих реалізацій пріоритетного ряду, виконується перестановка елементів ряду з урахуванням виявлених на першому етапі обмежень з якості та мінімізації енергоспоживання.

У випадку, якщо на інфраструктуру IaaS хмари накладаються додаткові вимоги за критеріями надійності, цілісності даних, конфіденційності та інші, необхідно здійснити додатковий розрахунок вказаних показників для всіх членів ряду і переконатися у дотриманні заданих вимог [2,4]. Якщо члени ряду не задовольняють додатковим вимогам, то їх або виключають, або виконують додатковий перерахунок вхідних параметрів системи і проектної вартості.

Висновок

У статті розглянуто метод зменшення енерговитрат при проектуванні хмарних ресурсів з послугою IaaS, що дозволяє спланувати зменшення потужності споживання при забезпеченні заданого рівня показників якості обслуговування. Подальші дослідження слід спрямувати на розробку інтегрованих стратегій обслуговування компонент хмарної архітектури з урахуванням відмов апаратних, програмних засобів і політики інформаційної безпеки.

Посилання

1. *Google Cloud Computing, Hosting Services & APIs: Google Cloud Platform [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <https://cloud.google.com/> – 08.11.2017 р.*

2. *NIST Special Publication 800-146, Cloud Computing Synopsis and Recommendations [Text]. – impl. 10.05.2012. – Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2012. – 81 p.*

3. *Rahul Ghosh. Scalable Stochastic Models for Cloud Services. Dissertation of Doctor of Philosophy. Department of Electrical and Computer Engineering. Duke University – 2012. – 515 p.*

4. *Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10т. / Под ред. Б. В. Гнеденко – М.: Машиностроение, 1987. – Т. 2. Математические методы в теории надежности и эффективности. – 296 с.*

Authors:

Gurin Victoria, Gurin Andrei, Ponochovnyi Yuri

METHODS OF REDUCING ENERGY CONSUMPTION FOR DESIGNING CLOUD RESOURCE WITH IAAS SERVICE USING SIMULATION MODEL

Abstract. The globalization of information resources has led to the return to the concept of large data centers that provide cloud computing services. The reduction of energy costs from the operation of such centers has become a problem of international scale. Planning an energy efficient cloud infrastructure requires modeling its operation to verify compliance with service quality requirements.

Keywords: cloud IaaS infrastructure, server pool, method for reducing power consumption.

Авторы:

Гурин Виктория Сергеевна, Гурин Андрей Сергеевич, Поночовный Юрий Леонидович

МЕТОД УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЛАЧНЫХ РЕСУРСОВ С УСЛУГОЙ IAAS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Аннотация. Глобализация информационных ресурсов обусловила возвращение к концепции крупных центров обработки данных, которые предоставляют услуги облачных вычислений. Уменьшение энергозатрат от функционирования таких центров стало проблемой международного масштаба. Планирование энергоэффективной облачной инфраструктуры требует проведения моделирования ее функционирования для проверки соблюдения требований по качеству обслуживания.

Ключевые слова: облачная IaaS инфраструктура, пул серверов, метод уменьшения энергозатрат.