

який поєднуватиме у собі принципи паралельної та конвеєрної організації і використовуватиме відомі методи наступним чином:

- фільтрація відбувається в двох незалежних робочих блоках;
- у одному з блоків першим працюватиме метод колаборативної фільтрації, а по закінченню його роботи отримані результати опрацює метод на основі контенту;
- у іншому блоці, навпаки, спочатку відпрацює фільтрація на основі контенту, а потім колаборативна фільтрація;
- після отримання результатів з двох блоків для кожного об'єкту розраховується сума рейтингів, отриманих паралельними блоками та виводяться об'єкти з найбільшим рейтингом як рекомендації.

Таким чином, гібридний метод, що працює за принципом подвійної організації, за рахунок подвійного опрацювання даних та відсіву може вирішити наступні проблеми існуючих рекомендаційних методів, такі як надмірна схожість рекомендацій, потенційно мала кількість або відсутність рекомендацій взагалі за рахунок компенсації даних з одного блоку даними з іншого. Але у такого методу є і певні недоліки, такі як високе споживання обчислювальних ресурсів та зниження швидкості роботи через трудоємність процесів, що дає гарні приводи для його подальшого розвитку та оптимізації.

Ці недоліки можуть бути легко скомпенсовані встановленням даної програмної системи на більш потужному сервері.

#### **Список використаних джерел:**

1. Goldberg D., Nichols D., Oki B. M., and Terry D. «Using collaborative filtering to weave an information tapestry», Communications of ACM, vol. 35, no. 12, pp. 61–70, 1992.
2. Resnick P. and Varian H. R. «Recommender systems», Communications of the ACM, vol. 40, no. 3, pp. 56–58, 1997.
3. Goldberg K., Roeder T., Gupta D., and Perkins C. «Eigentaste: a constant time collaborative filtering algorithm», Information Retrieval, vol. 4, no. 2, pp. 133–151, 2001.
4. Miller B. N., Konstan J. A., and Riedl J. «PocketLens: toward a personal recommender system», ACM Transactions on Information Systems, vol. 22, no. 3, pp. 437–476, 2004.

**Шевченко С.О.**

*студент,*

*Науковий керівник: Лєсна Н.С.*

*доктор технічних наук, професор,*

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

### **РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СЕРВЕРІВ**

У сучасному світі залишається все менше підприємств, котрі не використовують у своїй діяльності можливості центрів обробки даних (ЦОД) [1], серверів чи мережевих сховищ (NAS) [2]. Сервери використовують для

віртуалізації робочого простору за допомогою гіпервізорів віртуальних машин (VM), баз даних, зберігання документації та електронного документообігу. Якщо порівняти спеціалізовані центри обробки та зберігання інформації з корпоративним серверним забезпеченням, то можна помітити, що для ЦОД будують спеціальні приміщення з заздалегідь продуманими системами охолодження та енергозабезпечення. А корпоративні сервери та сервери підприємств розташовані в звичайних виробничих приміщеннях. Також ЦОД потребують неперервної роботи протягом року й тому використовують власні джерела резервного енергозабезпечення (потужні дизель-генератори та ін.), а виробничі сервери повинні працювати лише у робочі дні, а в якості систем резервного енергозабезпечення використовують лише джерела безперебійного живлення (ДБЖ). В ЦОД основна частина управління та обслуговування автоматизована, а корпоративний сегмент розраховує лише на можливості та професійні навички своїх системних адміністраторів і основна маса процесів управління та обслуговування виконується в ручному або напівавтоматичному режимі.

Існують рішення, які полегшують роботу системних адміністраторів. Наприклад, програмне забезпечення (ПЗ) ViewPower [3], що постачається з потужними ДБЖ компанії FSP та надає можливість керувати ДБЖ та відслідковувати стан електромережі. Програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом WebVirtMgr [4] надає можливість керувати VM, розгорнутими під керуванням гіпервізору KVM.

Для прикладу розглянемо домашній сервер, що складається з материнської плати Gigabyte J1900-D3V, блока живлення Chieftec PSF-400A, п'яти жорстких дисків, двох планок ОЗУ SO-DIMM DDR3-1333МГц, двох енергоефективних кулерів Noctua NF-R8 та встановленою ОС Windows 7 SP1. Сервер обладнаний ДБЖ із сумарною ємністю акумуляторів 432 Вт/год.

Незважаючи на теплопакет в 10 Вт та невелику тактову частоту центрального процесору Intel Celeron J1900, високу ефективність блоку живлення, даний сервер з налаштованою схемою максимальної швидкодії при максимальній навантаженості споживає 50 Вт/год електроенергії, а при виконанні лише фонових задач 40 Вт/год. Якщо змінити схему електроживлення, то значення мінімального енергоспоживання знизитися до 32 Вт/год, що в свою чергу на 20 % менше, ніж споживання в умовах простою та на 36 % менше, ніж споживання при максимальній навантаженості.

Час роботи від БЖД до повного розряду акумуляторів при середньому навантаженні серверу та схемі максимальної швидкодії становитиме близько 7,6 години, а вразі використання схеми низького енергоспоживання час роботи збільшиться до 10,8 годин, тобто на 42 % більше. Такий тривалий час роботи буде досягнутий при будь-якому рівні завантаженості обладнання серверу. За цей час власник серверу може спокійно обробити велику кількість даних, а ремонтна служба міського електропостачання відновить подачу електроенергії.

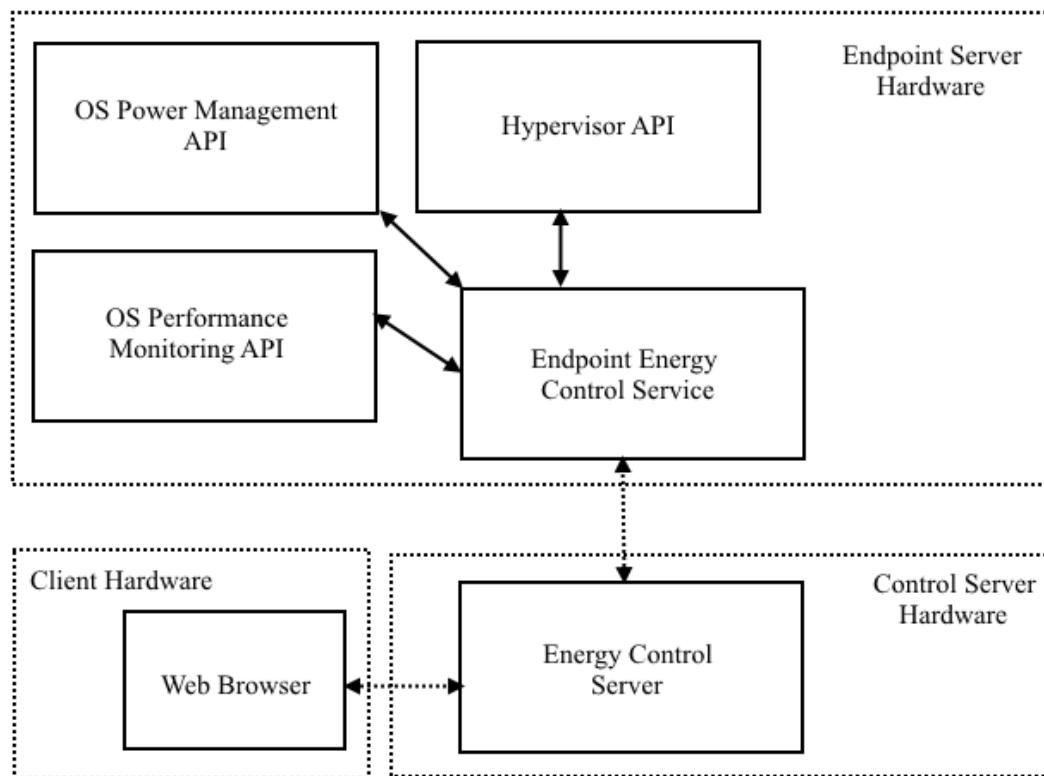
З описаного прикладу витікає необхідність створення розподіленої системи централізованого віддаленого моніторингу та управління енергоспоживанням обчислювальних серверів для корпоративного сегменту ринку. Ця система

дозволить системним адміністраторам регулювати та оптимізувати енергоспоживання серверного обладнання та надасть можливість користувачам планувати запуск та завершення роботи віртуальних машин. До реалізації такої системи ставляться такі вимоги:

- архітектурно система повинна складатися з двох частин, а саме сервісу керування, планування та моніторингу енергоспоживання, та програмного забезпечення безпосередньо для обчислювальних серверів, серверів віртуалізації, баз даних та сховищ;
- керуючий сервіс повинен бути невимогливим до обчислювальних ресурсів та мати можливість розгортуватись на енергоефективному обладнанні;
- керуючий сервіс повинен відображати навантаженість на ДБЖ та стан електромережі;
- керуючий сервіс повинен інформувати системного адміністратора про аварійний стан електромережі чи ДБЖ;
- сервіс повинен віддалено призупиняти/відновлювати роботу систем віртуалізації чи повністю приводити обладнання конкретного серверу в режим сну й пробуджувати при зазначених умовах;
- сервіс повинен надавати можливість резервування обладнання чи віртуальних машин;
- сервіс повинен представляти всю необхідну інформацію та налаштування у зручному веб-інтерфейсі;
- програмне забезпечення для кінцевих точок повинно інформувати сервіс про завантаженість системи, поточних налаштуваннях енергоспоживання, активність віртуальних машин;
- ПЗ кінцевих точок повинно безпосередньо змінювати план енергоспоживання, призупиняти та відновлювати роботу ВМ, переводити систему в режим сну за командою веб-сервісу;
- сервіс повинен пробуджувати сервери за допомогою технології Wake-On-Lan.

Архітектура система складається з двох частин: сервісу контролю енергоспоживанням та служби/демона для розгортання на кінцевих пристроях (серверах), котра безпосередньо керує параметрами енергоспоживання та програмами віртуалізації конкретного серверу (рис. 1).

Системні адміністратори мають можливість створювати нових користувачів, налаштовувати систему інформування, змінювати, створювати, конфігурувати схеми електроживлення, встановлювати умови зміни схем електроживлення (взалежності від навантаженості системи, чи стану електромережі), зупиняти та відновлювати роботу віртуальних машин й обладнання серверу, об'єднувати сервери у групи, планувати автоматичне увімкнення та вимкнення конкретного серверу, групи серверів чи всього серверного обладнання, проводити та планувати тести акумуляторів БЖД. Адміністраторам відображається інформація про стан електромережі, БЖД, навантаженість серверів, активність засобів віртуалізації.



**Рис. 1. Архітектура системи**

Для додаткової економії енергоресурсів цільовим пристроєм для розгортання сервісу керування енергоспоживання може бути мінікомп'ютер Raspberry Pi [5] під управлінням Raspbian (дистрибутив Debian Linux для Raspberry Pi), так як його максимальне споживання електричної енергії менше ніж 10 ват, він обладнаний необхідними USB та RJ-45 інтерфейсами.

Запропонована автором розподілена система управління енергоспоживання серверів облегчить роботу системних адміністраторів, а базові налаштування допоможуть зменшити загальне енергоспоживання обладнання. Для висококваліфікованих адміністраторів, котрі знайомі з архітектурними особливостями переходу обладнання у різні режими енергоспоживання, будуть доступні усі можливі параметри налаштувань схем енергоспоживання (для систем на базі ОС Windows кількість таких параметрів більше ніж 80), що при коректному налаштуванні, дозволять максимально ефективно використовувати ресурси серверного обладнання.

#### **Список використаних джерел:**

- 1 Data Center [Електронний ресурс] : Data Center – Wikipedia – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Data\\_center](https://en.wikipedia.org/wiki/Data_center). – 2017.
- 2 NAS [Електронний ресурс] : NAS – Википедия – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/NAS>. – 2017.
- 3 ViewPower – ПО моніторинга ІБП [Електронний ресурс] : ViewPower – ПО моніторинга ІБП – Режим доступу: <http://www.fsp-power.ru/category/ViewPower>. – 2017.
- 4 WebVirtMgr [Електронний ресурс] : Web Virtual Manager – Режим доступу: <https://www.webvirtmgr.net>. – 2017.
- 5 Raspberry Pi [Електронний ресурс] : Teach, Learn and Make with Raspberry Pi – Режим доступу: <https://www.raspberrypi.org>. – 2017.