

Д. С. Гребенюк

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗПОДІЛЕННЯ РЕСУРСІВ У СЕРЕДОВИЩАХ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ

Існуючі в хмарних обчислювальних середовищах підходи до початкового виділення і подальшого розподілу ресурсів можна розділити на 3 типи: ручне призначення ресурсів, планування ресурсів диспетчером хмарного обчислювального середовища і планування ресурсів середовищем віртуалізації. Хмарні обчислювальні середовища мають особливості, які створюють специфіку розподілу ресурсів в такому середовищі. Деякі елементи цієї проблематики є спільними з проблемами систем віртуалізації, а деякі мають особливості, характерні для хмарних обчислювальних середовищ. У середовищах віртуалізації проблема планування та оптимізації використання ресурсів вирішується двома способами: перерозподіл ресурсів адміністратором середовища віртуалізації вручну; автоматичне планування ресурсів з використанням методів розподіленого виділення ресурсів DRS (Distributed Resource Scheduling) і розподіленого управління енергоспоживанням DPM (Distributed Power Management). У різних середовищах віртуалізації DRS і DPM працюють по-різному, однак початкова логіка роботи зберігається. **Предметом** статті є дослідження проблематики розподілення ресурсів у середовищах віртуалізації та у хмарних обчислювальних середовищах. **Метою** є оцінка існуючих методів розподілення ресурсів у віртуальних середовищах, виявлення їх відповідності до обов'язкових характеристик хмарних обчислень. **Завдання:** проаналізувати існуючі методи розподілення ресурсів у середовищах віртуалізації та хмарних обчислювальних середовищах, визначити їх переваги і недоліки. За **результатами** порівняльного аналізу можна зробити висновок, що методи, які найчастіше застосовуються в хмарних обчислювальних середовищах, дуже примітивні, і завдання розподілу ресурсів в хмарному середовищі може бути більш ефективно вирішено тими ж методами, що використовуються в середовищах віртуалізації. **Висновки.** Недоліком кожного з проаналізованих методів є те, що потреби застосунків, які працюють всередині екземплярів, враховуються тільки в контексті необхідних обсягів процесорного ресурсу, оперативної пам'яті і наявності вільного дискового простору. При цьому не враховується специфіка роботи застосунків, а також те, як з цим застосунком будуть розділяти ресурси вже розгорнуті на тих же хостах екземпляри. Таким чином, не завжди має місце вибір оптимального хоста / ресурсу зберігання для розміщення екземпляру, що призводить до істотного зниження продуктивності застосунків і ефективності використання «хмарного» ресурсу.

**Ключові слова:** розподілення ресурсів; середовища віртуалізації; хмарні обчислювальні середовища; DRS; DPM.

### Вступ

**Постановка проблеми.** На теперішній час все більшу популярність здобувають хмарні обчислення. Модель «все як сервіс» є однією з основних світових тенденцій розвитку інформаційних технологій.

Як відомо, існує багато визначень поняття «хмарні обчислення». Найбільш поширеним є наступне: хмарні обчислення - це можливість надання обчислювального ресурсу через Інтернет [1]. Національним інститутом стандартів і технологій США зафіксовані такі обов'язкові характеристики хмарних обчислень:

- *Самообслуговування на вимогу.* Споживач самостійно визначає і змінює обчислювальні потреби, такі як серверний час, швидкість доступу та обробки даних, обсяг збережених даних, без взаємодії з представником постачальника послуг;

- *Універсальний доступ по мережі.* Послуги доступні споживачам через мережу передачі даних незалежно від використовуюваного термінального пристрою;

- *Об'єднання ресурсів.* Постачальник послуг об'єднує ресурси для обслуговування великого числа споживачів в єдиний пул для динамічного перерозподілу потужностей між споживачами в умовах постійної зміни запитів на потужності; при цьому споживачі контролюють тільки основні параметри послуги (наприклад, обсяг даних, швидкість доступу), а фактичний розподіл ресурсів, що надаються

споживачеві, здійснює постачальник (в деяких випадках споживачі все-таки можуть керувати деякими фізичними параметрами перерозподілу, наприклад, вказувати бажаний центр обробки даних з міркувань географічної близькості);

- *Еластичність.* Послуги можуть бути надані, розширені, звужені в будь-який момент часу, без додаткових витрат на взаємодію з постачальником, як правило, в автоматичному режимі;

- *Облік споживання.* Постачальник послуг автоматично обчислює спожиті ресурси на певному рівні абстракції (наприклад, обсяг збережених даних, пропускна здатність, кількість користувачів, кількість транзакцій) і на основі цих даних оцінює обсяг наданих споживачам послуг [2].

Інфраструктура як сервіс (Infrastructure-as-a-Service, IaaS) надається як можливість використання хмарної інфраструктури для самостійного управління ресурсами обробки, зберігання, мережами та іншими фундаментальними обчислювальними ресурсами, наприклад, споживач може встановлювати і запускати будь-яке програмне забезпечення, що може включати в себе операційні системи, платформи і прикладне програмне забезпечення. Споживач може контролювати операційні системи, віртуальні системи зберігання даних і встановлені програми, а також обмежений контроль набору доступних сервісів (наприклад, міжмережевий екран, DNS). Контроль і управління основною фізичною і віртуальною інфраструктурою хмарного обчислювально-

го середовища, в тому числі мережі, серверів, типів використовуваних операційних систем, систем зберігання здійснюється хмарним провайдером [1].

Застосунки в контексті моделі IaaS виконуються в межах так званих екземплярів - віртуальних або фізичних серверів, що надаються як сервіс.

Для екземпляра характерна наявність параметрів, що визначають їх функціонування:

- набір активних застосунків;
- характер і інтенсивність навантаження (до чого чутливі програми: швидкість цілочисельних обчислень, операцій з плаваючою точкою, швидкість довільного доступу до диска, швидкість послідовного читання / запису і т.п.).

### Особливості розподілу ресурсів у хмарних обчислювальних середовищах

Існуючі в хмарних обчислювальних середовищах підходи до початкового виділення і подальшого розподілу ресурсів можна розділити на 3 типи: ручне призначення ресурсів, планування ресурсів диспетчером хмарного обчислювального середовища і планування ресурсів середовищем віртуалізації.

Специфіка розподілу ресурсів в хмарних обчислювальних середовищах «Інфраструктура як сервіс» бере свій початок в основних ідеях, які закладені в цій моделі хмарного сервісу [3]. Зокрема, це:

1. Відсутність у адміністратора інформації про реальні потреби застосунків, які перебувають всередині екземплярів (найчастіше - віртуальних машин);
2. Відсутність у адміністратора можливості ручного призначення ресурсів екземплярів.

Таким чином, хмарні обчислювальні середовища мають особливості, які створюють специфіку розподілу ресурсів в такому середовищі. Деякі елементи цієї проблематики є спільними з проблемами систем віртуалізації, а деякі мають особливості, характерні для хмарних обчислювальних середовищ [4]. На процес розподілу ресурсів в хмарному середовищі впливають такі чинники:

- *різні класи обладнання і поєднання ресурсів.* Однією з основних ідей створення хмарних обчислювальних середовищ є економія коштів на їх створення і розширення. Очевидно, що в складі хмарного обчислювального середовища можуть використовуватися різні класи обладнання - сервери з різною кількістю процесорів, системи зберігання даних з різною продуктивністю, мережеве обладнання з різною пропускну здатністю і т.д.;

- *нерівномірне навантаження кожного з ресурсів.* Процес функціонування хмарного обчислювального середовища передбачає мінімальне втручання адміністратора для підтримки його працездатності. Задля зниження часу, що витрачається адміністратором на обслуговування хмарного обчислювального середовища, і забезпечення його найбільш ефективною роботи, при розподілі ресурсів варто враховувати не лише ємність, а й поточне фактичне навантаження на кожен елемент інфраструктури - це стосується не тільки процесорного часу і оперативної пам'яті, а й багатьох інших параметрів, таких як відгук дискових ресурсів, мережеві затримки і т.п.;

- *відсутність відомостей про реальні потреби застосунків в ресурсах.* Адміністратор хмарного обчислювального середовища не знає, які програми і з якими потребами функціонують усередині екземпляра. Тому необхідний метод, який би без участі людини визначав, на яких ресурсах буде краще функціонувати та чи інша програма, не створюючи проблем для інших застосунків;

- *різні потреби застосунків до ресурсів.* В рамках двох примірників зі схожими або зовсім однаковими параметрами (кількість процесорних ядер, об'єм оперативної пам'яті, диск) можуть перебувати два абсолютно різних за потребами застосунки. Наприклад, в рамках примірника з 4-ма процесорними ядрами і 16 Гб оперативної пам'яті може перебувати як веб-застосунок, що буде використовувати 3-5% процесорного часу і не давати великого навантаження на диск, так і високонавантажена база даних CRM-системи, яка буде навантажена на 80% і мати величезні потреби в дисковому ресурсі. Визначення класу, до якого належить застосунок, суперечить ідеї хмарного обчислювального середовища і призводить до неефективного використання ресурсів, оскільки реальні потреби в них невідомі;

- *невідповідність запитаних ресурсів до споживаних.* Найчастіше рекомендації з виділення ресурсів для інформаційних систем робляться з великим запасом і не відповідають фактичним потребам застосунків та їх складових. В ході експлуатації хмарних обчислювальних середовищ, як правило, мається мета максимально ефективного використання наявних в рамках середовища обчислювальних ресурсів, і конфігурація обчислювального середовища повинна враховувати, що, наприклад, із запитаних 256 Гб оперативної пам'яті фактично може використовуватися не більше 10 Гб. Якщо тарифікація враховує тільки використовувані ресурси, то і постачальник хмарних ресурсів повинен співвідносити це зі своїми витратами;

- *відсутність можливості ручного призначення ресурсів.* Як вже зазначалося вище, в хмарному обчислювальному середовищі не існує методів ручної прив'язки користувачем застосунків до конкретних серверів або систем зберігання даних, тому що це зводить нанівець ідеї, що лежать в основі хмарних обчислень. Адміністратору не відомо, які застосунки знаходяться всередині екземплярів, і він не має можливості ручного розподілення ресурсів ще й тому, що при великій кількості екземплярів це фактично неможливо.

Таким чином, проведений аналіз показав, що хмарні обчислювальні середовища мають ряд характеристик і проблем, не властивих іншим моделям надання ресурсів (рис. 1), що викликає необхідність вдосконалення методів розподілу ресурсів для зазначених середовищ.

### Результати досліджень

Віртуальні середовища є проміжною ланкою між традиційними інфраструктурами (з фізичними серверами) і хмарними обчислювальними середовищами. З одного боку, вони найчастіше мають розмиті межі між адміністратором середовища віртуалізації і

адміністратором застосунків, на відміну від хмарних середовищ, з іншого боку – забезпечують величезну гнучкість у порівнянні з традиційними інфраструктурами за рахунок збільшення щільності застосунків і відсутності прив'язки віртуального сервера до фізичного [5]. Приклади віртуальних середовищ: VMware vCenter, Microsoft System Center Virtual Machine Manager або Red Hat Enterprise Virtualization.

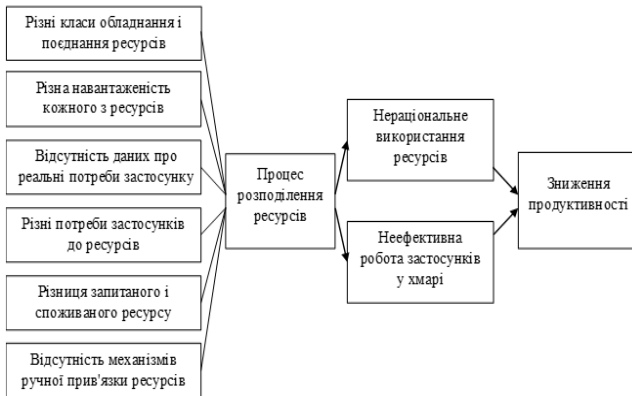


Рис. 1. Проблематика розподілення ресурсів у хмарному обчислювальному середовищі

У середовищах віртуалізації проблема планування та оптимізації використання ресурсів вирішується двома способами [6–11]:

1. Перерозподіл ресурсів адміністратором середовища віртуалізації вручну.

2. Автоматичне планування ресурсів з використанням методів розподіленого виділення ресурсів DRS (Distributed Resource Scheduling) і розподіленого управління енергоспоживанням DPM (Distributed Power Management). У різних середовищах віртуалізації DRS і DPM працюють по-різному, однак початкова логіка роботи зберігається.

#### Метод динамічного розподілення ресурсів.

При запуску віртуальної машини (VM) в кластері метод DRS розміщує її на найменш навантаженому вузлі. Метод DRS також вирішує завдання розподілу робочих навантажень VM по вузлах всередині кластера віртуалізації і відстежує доступні ресурси. Крім того, в залежності від рівня автоматизації, DRS забезпечує максимальну продуктивність, автоматично переносить віртуальні машини на інші вузли в межах кластера. Алгоритм роботи DRS в загальному випадку складається з набору простих кроків:

1. При запуску віртуальної машини відбувається вибір найменш навантаженого хоста серед тих, які мають достатню кількість вільної оперативної пам'яті;

2. Під час роботи хостів збирається статистика навантаження ЦП на них;

3. Якщо ЦП на одному з вузлів протягом встановленого інтервалу (наприклад, 10 хвилин) навантажений більше певного порогу (наприклад, 80%), приймається рішення про перерозподіл ресурсів;

4. Якщо приймається рішення про перерозподіл ресурсів, метод DRS або переносить більш навантажену VM на більш продуктивний або менш навантажений хост, або переносить інші VM на інші сер-

вери. Приклад роботи методу показано на рис. 2 - в цьому випадку на хості залишається тільки VM, безпосередньо наражена на високе навантаження.

В результаті роботи методу DRS вдається оптимально розподілити навантаження між гіпервізорами віртуального середовища - найменш навантажені віртуальні машини виявляються консолідованими на одних гіпервізорах, а віртуальні машини, що створюють високе навантаження, - на інших гіпервізорах. Це підвищує як пікову продуктивність віртуальних машин, так і ефективність використання ресурсів в середовищі віртуалізації. Однак, метод оцінює лише навантаження на ЦП і не прогнозує зміну навантаження за іншими параметрами (такими як число операцій введення-виведення і завантаженість мережі), і з цієї причини є дуже примітивним і не підходить для застосування в середовищах хмарних обчислень, де адміністратор хмарного обчислювального середовища не в змозі передбачити всі небажані наслідки від перерозподілу ресурсів у такий спосіб.

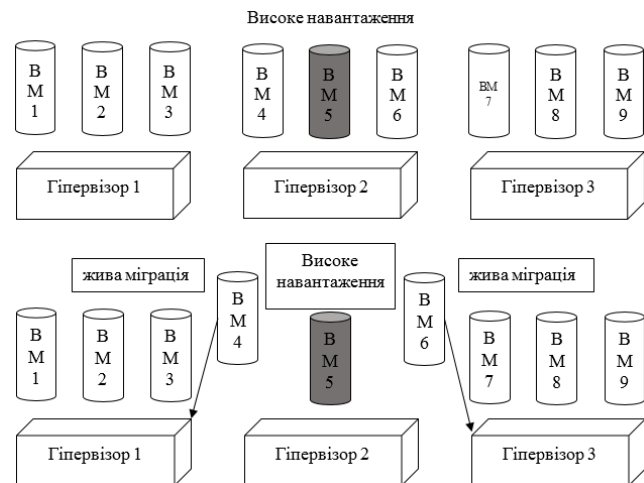


Рис. 2. Розподіл ресурсів на основі методу DRS

#### Метод динамічного управління ресурсами з урахуванням енергоспоживання.

Метод DPM оптимізує енергоспоживання на рівні кластера або вузла. При запуску методу DPM виконується порівняння ресурсів вузла і кластера з потребами віртуальної машини, включаючи попередню статистику потреб, відповідно до чого вузли віртуалізації переводяться в режим очікування (рис. 3). При зростанні потреби в ресурсах метод DPM запускає вільні вузли і підключає до них додаткове робоче навантаження. Алгоритм роботи DPM в загальному випадку виглядає таким чином:

1. При запуску віртуальної машини відбувається вибір найменш навантаженого хоста серед тих, які мають достатню кількість вільної оперативної пам'яті і задіяні в даний момент для інших віртуальних машин.

2. Під час роботи хостів збирається статистика навантаження ЦП на них.

3. Якщо ЦП на одному з вузлів протягом встановленого інтервалу (наприклад, 10 хвилин) навантажений менше певного порогу (наприклад, 10%), приймається рішення про перерозподіл ресурсів.

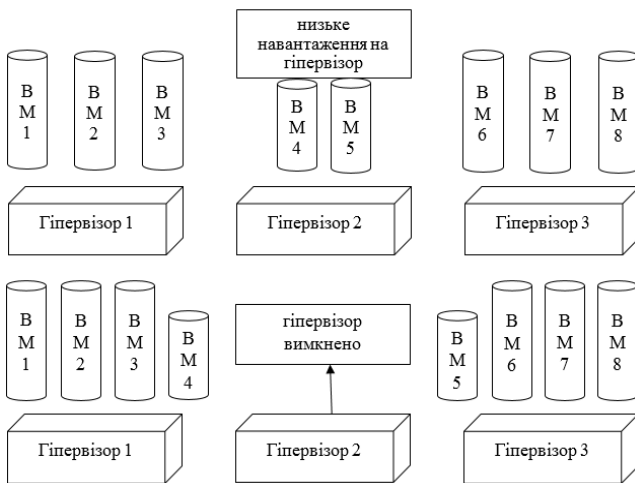


Рис. 3. Розподіл ресурсів на основі методу DPM

4. Якщо приймається рішення про перерозподіл ресурсів, метод DPM переносить VM з малонавантаженого хоста на один з більш навантажених хостів.

5. Звільнений хост позначається як неактивний і вимикається до тих пір, поки він не знадобиться - в цьому випадку він включається за допомогою технології Wake-on-LAN.

У підсумку, метод DPM вирішує завдання зниження енергоспоживання в середовищі віртуалізації, однак не вирішує завдання максимізації ефективного використання наявних ресурсів.

**Аналіз методів розподілення ресурсів в хмарних обчислювальних середовищах на основі моделі IaaS.** За функціоналом, хмарні обчислювальні середовища на основі моделі «Інфраструктура як сервіс» (IaaS) багато в чому схожі на віртуальні середовища, однак є і відмінності. Основним з них є так звана мультитенантність (multitenancy) - підтримка наявності великої кількості власників, які мають набір прав на використання загального пулу ресурсів і можуть використовувати його самостійно в рамках виділених їм потужностей. В платформах віртуалізації такого поняття не існує, і діє традиційна рольова модель управління.

Зазначена модель змінює підхід до вирішення задачі надання ресурсів. У середовищах корпоративної віртуалізації адміністратор виступає як єдиний власник ресурсів, який вирішує завдання розміщення та консолідації систем на рівні апаратної платформи. У хмарних обчислювальних середовищах це неможливо за визначенням.

Аналіз показав, що в хмарних обчислювальних середовищах на основі моделі IaaS виникають проблеми оптимального планування ресурсів як на етапі їх надання, так і під час використання. Ці проблеми неможливо вирішити вручну, як у випадку з віртуалізацією. Причин цьому дві. По-перше, адміністратору хмарної інфраструктури невідомо, якими є потреби застосунків для ефективного їх використання. І, по-друге, наявність «статичності» платформи - відсутність реакції на зміну цих потреб у часі. Тобто, в моделі IaaS не вирішується завдання оптимального перерозподілу обчислювальних ресурсів в хмарному середовищі.

Так, наприклад, одне з найбільш популярних в даний час рішень з управління хмарною інфраструктурою OpenStack, підтримує всього 3 методи виділення ресурсів: випадковий, випадковий в межах зони доступності і простий (виділення ресурсів відбувається по черзі). Що стосується перерозподілу навантаження при його нерівномірності, таких підходів в середовищах хмарних обчислень поки не існує.

**Простий метод розподілення ресурсів.** Простий метод розподілу виділяє ресурси кожного з хостів по черзі, поки вони не закінчаться (рис. 4).

**Метод випадкового розподілення ресурсів.** При випадковому методі розподілу хост для запуску екземпляра вибирається випадковим чином серед хостів, на яких є необхідна кількість ресурсів ЦП і оперативної пам'яті (рис. 5).

Метод розподілу «випадковий в межах зони доступності» працює за тим самим принципом, що і випадковий, однак задіє лише ті хости, які заздалегідь визначені адміністратором хмарного обчислювального середовища як зона доступності для даного екземпляра (рис. 6).

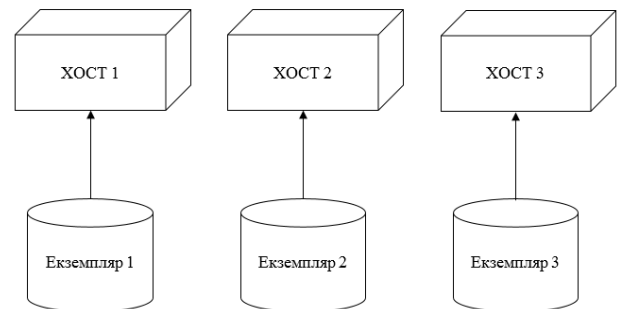


Рис. 4. Простий метод розподілення ресурсів у хмарному обчислювальному середовищі

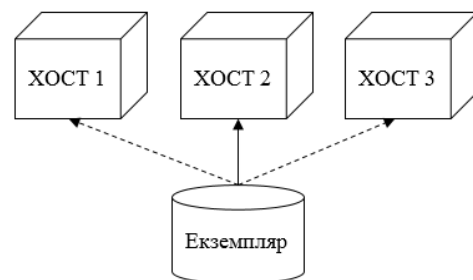


Рис. 5. Випадковий метод розподілення ресурсів у хмарному обчислювальному середовищі

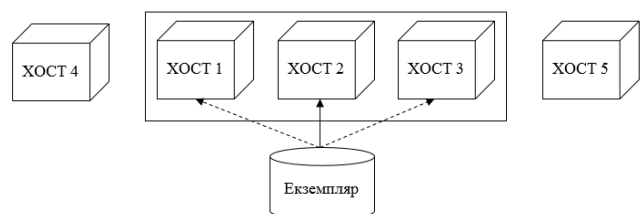


Рис. 6. Випадковий в межах зони доступності метод розподілення ресурсів у хмарному обчислювальному середовищі

Таким чином, порівняльний аналіз показав, що всі три описані методи розподілу ресурсів володіють двома істотними недоліками. Перший полягає в

тому, що під час прийняття рішення про використання того чи іншого ресурсу не проводиться оцінка оптимальності прийнятого рішення. Другий недолік полягає в тому, що ці методи працюють тільки на етапі початкового виділення ресурсів екземпляру.

**Порівняльний аналіз підходів до розподілення ресурсів у віртуальних та хмарних обчислювальних середовищах.** Порівняльний аналіз загальноприйнятих методів розподілення наведено у

табл. 1. За результатами порівняльного аналізу можна зробити висновок, що методи, які найчастіше застосовуються в хмарних обчислювальних середовищах, дуже примітивні, і завдання розподілу ресурсів в хмарному середовищі може бути більш ефективно вирішено тими ж методами, що використовуються в середовищах віртуалізації. Однак хмарні обчислення мають ряд особливостей, які перешкоджають використанню методів DRS і DPM в певних сценаріях.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз підходів до розподілення ресурсів

Параметр	Віртуалізація		Хмарні обчислювальні середовища		
	DRS	DPM	Простий	Випадковий	В межах зони доступності
Збільшення ресурсомісткості	Частково	Частково	-	-	-
Зменшення енергоспоживання	-	Так	-	-	-
Підвищення продуктивності застосунків	Частково	-	-	-	-
Облік кількості ЦП	-	-	-	-	-
Облік кількості ядер ЦП	-	-	-	-	-
Облік тактової частоти ЦП	-	-	-	-	-
Облік навантаження ЦП	Так	Так	-	-	-
Облік об'єму оперативної пам'яті	-	-	-	-	-
Облік використання оперативної пам'яті	Так	Так	Так	Так	Так
Облік навантаження на дискову підсистему	Ні	Ні	-	-	-
Облік відгуку дискової підсистеми	-	-	-	-	-
Облік навантаження на мережу	Ні	Ні	-	-	-
Облік відгуку мережі	-	-	-	-	-
Облік кількості екземплярів, що виконуються	-	-	-	-	-
Можливість перерозподілення ресурсів	Так	Так	Ні	Ні	Ні

Крім того, жоден з розглянутих методів розподілу обчислювальних ресурсів не враховує такі важливі складові, як дискова підсистема і мережа, - фактично, застосунки з підвищеними вимогами до продуктивності диску (бази даних, аналітичні системи) і підвищені вимоги до продуктивності мережі (відеоконференції, інтернет-шлюзи) випадають з логіки розподілу ресурсів. У зв'язку зі специфікою хмарних обчислювальних середовищ, обґрунтовано необхідність враховувати при розподілі ресурсів розширений набір показників, в тому числі ті, що змінюються з часом, серед яких продуктивність, надійність, завантаженість.

## Висновки

Недоліком кожного з перерахованих методів є те, що потреби застосунків, які працюють всередині екземплярів, враховуються тільки в контексті необхідних обсягів процесорного ресурсу, оперативної пам'яті і наявності вільного дискового простору.

При цьому не враховується специфіка роботи застосунків, а також те, як з цим застосунком будуть розділяти ресурси вже розгорнуті на тих же хостах екземпляри. Таким чином, не завжди має місце вибір оптимального хоста / ресурсу зберігання для розміщення екземпляру, що часто призводить до істотного зниження продуктивності застосунків і ефективності використання «хмарного» ресурсу.

Завдання полягає в тому, щоб забезпечити рівномірний розподіл навантаження на всі сервери хмарного обчислювального середовища різної продуктивності, надавши при цьому найкращі умови для функціонування програм і в той же час максимально ефективного використання наявних обчислювальних ресурсів. Рішення поставленого завдання дозволить підвищити ефективність використання ресурсів хмарного обчислювального середовища в цілому, підвищити продуктивність застосунків і знизити витрати на інфраструктуру і його супровід.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Теленик С. Ф., Ролік А. А., Букасов М. М. Моделі управління розподілом обмежених ресурсів в інформаційно-телекомунікаційній мережі. *Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка*. 2006. № 44. С. 243–246.
2. Хантимиров Р.И. Интеллектуальное планирование ресурсов в облачных средах на основе модели «Инфраструктура как сервис». *Инновационное развитие российской экономики*. Москва, 2013. С. 507–512.
3. Вишнівський В.В., Василенко В.В., Гринкевич Г.О., Куклов В.М. Імплементація сучасних технологій хмарних обчислень в рамках центрів обробки даних. *Інформаційна безпека*. Северодонецьк, 2016. №3 (23). С. 118–125.
4. Стіренко С.Г., Шаурін, Д.О. Підвищення ефективності роботи ІТ інфраструктури на основі технології віртуалізації. *Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка*. 2008. № 49. С. 127–133.
5. vSphere Resource Scheduler & Distributed Power Management – Russia. Режим доступу: <http://www.vmware.com/ru/products/vsphere/features/drs-dpm> (останнє звернення 20.10.2018)
6. Теленик С. Ф., Ролік О. І., Букасов М. М., Лабунський А. Ю. Моделі управління віртуальними машинами при серверній віртуалізації. *Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка*. 2009. № 51. С. 147–152.

7. Ruban, I. Redistribution of base stations load in mobile communication networks / I. Ruban, H. Kuchuk, A. Kovalenko // Innovative technologies and scientific solutions for industries. – 2017. – No 1 (1)– P. 75-81. – DOI : <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2017.1.075>.
8. Коваленко А. А. Использование временных шкал при аппроксимации длины очереди компьютерных сетей / А. А. Коваленко, Г. А. Кучук, И. В. Рубан // Современное состояние научных исследований и технологий в промышленности. – 2018. – № 2(4). – С. 12-18. – DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.4.012>.
9. Коваленко А. А. Сучасний стан та тенденції розвитку комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування / А. А. Коваленко, Г. А. Кучук // Системи управління, навігації та зв'язку: Збірник наукових праць – Полтава : ПНТУ, 2018. – № 1 (47). – С. 110-113. – DOI : <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.1.110>.
10. Saranya.S, Murugan.B.S Intelligent Scheduling System for Dynamic Resource Allocation in Cloud Computing. International Journal of Advanced Research in Computer Science & Technology - 2014.
11. Sugang Ma. A Review on Cloud Computing Development. Journal of Networks – 2012. – No. 7(2). - С. 305-310.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. К. С. Козелкова,  
Державний університет телекомунікацій, Київ

Received (Надійшла) 31.10.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 05.12.2018

### Анализ методов распределения ресурсов в средах виртуализации

Д. С. Гребенюк

Существующие в облачных вычислительных средах подходы к начальному выделению и последующему распределению ресурсов можно разделить на 3 типа: ручное назначение ресурсов, планирование ресурсов диспетчером облачной вычислительной среды и планирование ресурсов средой виртуализации. Облачные вычислительные среды имеют особенности, которые создают специфику распределения ресурсов в такой среде. Некоторые элементы этой проблематики являются общими с проблемами сред виртуализации, а некоторые имеют особенности, характерные для облачных вычислительных сред. В средах виртуализации проблема планирования и оптимизации использования ресурсов решается двумя способами: перераспределение ресурсов администратором среды виртуализации вручную; автоматическое планирование ресурсов с использованием методов распределенного выделения ресурсов DRS (Distributed Resource Scheduling) и распределенного управления энергопотреблением DPM (Distributed Power Management). В различных средах виртуализации DRS и DPM работают по-разному, однако начальная логика работы сохраняется. **Предметом** статьи является исследование проблематики распределения ресурсов в средах виртуализации и в облачных вычислительных средах. **Целью** является оценка существующих методов распределения ресурсов в средах виртуализации, выявления их соответствия обязательным характеристикам облачных вычислений. **Задача:** проанализировать существующие методы распределения ресурсов в средах виртуализации и облачных вычислительных средах, определить их преимущества и недостатки. По **результатам** сравнительного анализа можно сделать вывод, что методы, которые чаще всего применяются в облачных вычислительных средах, очень примитивные, и задача распределения ресурсов в облачной среде может быть более эффективно решена теми же методами, которые используются в средах виртуализации. **Выводы.** Недостатком каждого из проанализированных методов является то, что потребности приложений, работающих внутри экземпляров, учитываются только в контексте необходимых объемов процессорного ресурса, оперативной памяти и наличия свободного дискового пространства. При этом не учитывается специфика работы приложений, а также то, как с этим приложением будут разделять ресурсы уже развернутые на тех же хостах экземпляры. Таким образом, не всегда имеет место выбор оптимального хоста / ресурса хранения для размещения экземпляра, что приводит к существенному снижению производительности приложений и эффективности использования «облачного» ресурса.

**Ключевые слова:** распределение ресурсов; среды виртуализации; облачные вычислительные среды; DRS; DPM.

### Analysis of methods of distribution of resources in the virtualization media

D. Hrebenyuk

Existing cloud computing environments approach to initial allocation and further resources distribution can be divided into 3 types: manual assignment of resources, resource planning by the cloud computing environment manager and resource planning by the virtualization environment. Cloud computing environments have features that create the specifics of resource allocation in such environment. Some elements of this issue are common to virtualization problems, and some have features specific to cloud computing environments. In virtualization environments, the problem of planning and optimizing the resource usage is solved in two ways: resource redistribution by the virtualization manager manually; automated resource planning using Distributed Resource Scheduling (DRS) and Distributed Power Management (DPM). In various virtualization environments, DRS and DPM work differently, but the original logic of work is kept. **The subject** of this article is to study the resource distribution in virtualization environments and in cloud computing environments. **The goal** is to evaluate existing resource distribution methods in virtual environments, to identify their compliance with the mandatory characteristics of cloud computing. **The task:** to analyze existing resource distribution methods in virtualization environments and cloud computing environments, to determine their advantages and disadvantages. According to the **results** of the comparative analysis, it can be concluded that the methods most often used in cloud computing environments are very primitive, and the problem of resource allocation in a cloud environment can be more effectively solved by the same methods, what are used in virtualization environments. **Conclusions.** The disadvantage of each of the methods analyzed is that the needs of applications that run inside instances are counted only in the context of the required amount of processor resources, RAM, and free disk space. This does not take into account the specificity of the applications, and how this application will split the resources with already deployed on the same instance applications. Therefore, it does not always take place the selection of optimal host / storage resource for placing an instance, which leads to a significant reduction in application performance and the effectiveness of using the "cloud" resource.

**Keywords:** resource allocation; virtualization environment; cloud computing environments; DRS; DPM.