

## ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРНИХ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ В МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

© Ю. В. Антонова-Рафі, М. Ю. Шилов

*Метою роботи було встановлення актуальності використання хмарних систем для розробки і створення медичних інформаційних систем вирішення комплексу лікувальних і управлінських завдань, що стоять перед сучасною поліклінікою та стаціонаром. У результаті роботи були сформульовані основні переваги використання хмарних технологій у порівнянні з класичним підходом створення медичних інформаційних систем та можливі труднощі, пов'язані з впровадженням «хмар» у медицину*

**Ключові слова:** медичні інформаційні системи, автоматизація, хмарні системи, сучасні технології, зберігання даних

*The aim of the work was to determine applicability of the cloud systems for development and creation of the medical information systems, solution of the medical and management tasks and challenges, which are being faced by the present-day polyclinic and inpatient hospital. The result of the work is that the main advantages of use of the cloud technologies have been defined in comparison with the classic approach of the creation of the medical information systems and possible problems connected with the implementation of the clouds in medicine*

**Keywords:** medical information systems, automation, cloud systems, present-day technologies, data storage

### 1. Вступ

Сьогодні при існуючій кількості лікарів (від 2 до 3 на 1 тис. осіб) неможливо надавати високоякісні медичні послуги в рамках системи, орієнтованої на стаціонарне лікування. Перехід до дієвої повсюдної медицини можливий тільки в тому випадку, коли медичні послуги стануть доступні широкому колу людей при одночасному перенесенні акценту з клінічної медицини на превентивні методи та ранню діагностику. Крім того, висока якість можлива лише в умовах конкуренції, хоча і конкурентне середовище, на жаль, не гарантує високої якості послуг – це необхідно, але не достатня умова.

Якщо раніше в Європі на електронні послуги відводилося в середньому близько 2 % загальних витрат на пацієнта, то сьогодні різні країни Євросоюзу підходять до розвитку електронної охорони здоров'я по-різному [1]. У деяких норма «електронізації» охорони здоров'я навіть знижується, що в основному пов'язано із збільшенням загальних затрат.

Хмарні обчислення – одна з найбільш обговорюваних і активно зростаючих у плані розвитку ІТ-концепцій останнього часу [2]. За даними аналітичної компанії Gartner, в 2010 році світовий дохід ринку сервісів cloud computing зростає на 16,6 % в порівнянні з попереднім роком — до \$68,3 млрд [3].

Згідно з дослідженням віце-президента Gartner group Марка Макдоналда, частка ІТ-директорів, зацікавлених в хмарних обчисленнях, зросла з 5 % у 2009 р. до 37 % в 2010 р. Разом з цим, розуміння базових принципів «хмар» залишає бажати кращого – близько половини опитаних зводять хмарні обчислення виключно до віртуалізації, з чого видно, що багато керівників володіють неповною інформацією про цю технологію обробки даних.

### 2. Обґрунтування дослідження

Як показує досвід західноєвропейських країн, ефект від використання ІТ у медицині досить відчут-

ний. Діюча у Великобританії програма Wireless Home Care з надання медичних послуг на дому дозволила скоротити щотижневі витрати на медичні послуги на 85 % [4]. Дослідження фінансового ефекту ІКТ в Німеччині показало, що використання ІТ для надання послуг пацієнтам в режимі віддаленого доступу скорочує щорічні витрати на охорону здоров'я на 1,5 млрд євро.

Хмарні обчислення сьогодні застосовуються в медицині для вирішення завдань, що не є критично важливими, але перехід на хмари затримується через сумнівів у можливості забезпечити їх відповідність вимогам HIPAA [5]. Однак по мірі розвитку хмарної індустрії та вдосконалення стандартів безпеки в медичних установах все більше і більше систем буде переноситися в хмару, щоб можна було зосередитися на основних завданнях медицини.

### 3. Мета дослідження

Проаналізувати актуальність використання хмарних систем для розробки і створення медичних інформаційних систем вирішення комплексу лікувальних і управлінських завдань, що стоять перед сучасною поліклінікою та стаціонаром.

### 4. Матеріали і методи дослідження

Згідно класичної моделі реалізації регіональних проектів у сфері охорони здоров'я, кожен лікувально-профілактичний заклад (ЛПЗ) окремо закуповує і встановлює у себе все необхідне обладнання:

- сервери, системи зберігання даних;
- ліцензійне програмне забезпечення;
- загальносистемні та медичні інформаційні системи.

Найчастіше ці витрати доповнюються послугами по інсталяції медичних інформаційних систем (МІС) у кожному ЛПЗ, їх налаштуванням, навчанням користувачів, тощо.

Потім в місті, області, районі створюється внутрішня мережа (Інтранет або захищене викорис-

тання відкритих каналів Інтернет), за допомогою якої окремі інсталяції об'єднуються в загальний інформаційний простір. Завершальним третім етапом стає встановлення централізованого рішення, за допомогою якого здійснюється збір та обробка зведеної аналітичної інформації від різних ЛПУ, використання загальних інформаційних ресурсів, наприклад, єдиного реєстру застрахованих або єдиної бази даних нормативно-довідкової інформації.

Хмарні технології є новим альтернативним способом істотно спростити та підвищити ефективність управління та обслуговування таких проєктів. Враховуючи особливості українського законодавства, чинної нормативної бази і особливу специфіку роботи вітчизняної охорони здоров'я, найбільш імовірною моделлю застосування хмарних обчислень для регіональних проєктів автоматизації охорони здоров'я є «приватна хмара», створена державним замовником, наприклад, регіональним комітетом з охорони здоров'я.

Регіональний проєкт автоматизації ЛПЗ на базі приватної хмари реалізується за наступною схемою. Спочатку створюється єдиний центр обробки даних (ЦОД) для розгортання приватної хмари. Потім у кожному ЛПЗ створюється своя мінімально-необхідна інфраструктура, що включає тільки внутрішню мережу і комп'ютерну техніку робочих місць користувачів. Сервери, системи зберігання даних, системи резервного копіювання, обладнання серверних кімнат – все це в ЛПУ не передбачається, оскільки все це буде розміщено в «хмарі».

Від кожного ЛПЗ до «хмари» створюється високошвидкісний виділений канал зв'язку або використовується захищене з'єднання через відкриті мережі, зокрема Інтернет. В «хмарі» розгортається необхідне загальносистемне ПЗ, а також медична інформаційна система, яка здатна працювати та обслуговувати всі ЛПЗ з відповідним логічним поділом даних всередині бази даних МІС.

## 5. Результати дослідження

Порівнюючи класичну і «хмарну» модель реалізації проєктів автоматизації закладів охорони здоров'я, а також проаналізувавши різні публікації з цієї теми, можна сформулювати основні переваги, які можна очікувати.:

1. Зменшення початкових витрат на придбання комп'ютерного обладнання, оскільки відпадає необхідність купувати безліч серверів, систем зберігання даних, обладнання для серверних кімнат в кожному установу.

2. Спрощення і здешевлення обслуговування інфраструктури за рахунок відмови від розподіленої системи серверів за всім організаціям, консолідації серверних потужностей в єдиному регіональному ЦОД, відсутність необхідності навчання і змісту грамотних ІТ-адміністраторів для обслуговування інфраструктурних компонентів у кожному закладі і т. д. Скорочується час обслуговування і реакції на проблеми з додатками, тому що відсутні втрати часу на поїздки фахівців технічної підтримки – всі роботи можна виконувати централізовано в ЦОД.

3. Підвищення економічної ефективності інвестицій у серверне обладнання, тому що як у випадку застосування хмарних обчислень сервер ЦОД автоматично оптимально розподіляє навантаження на свої внутрішні компоненти в залежності від активності користувачів, при необхідності підключаючи обчислювальні потужності на тимчасовій основі (тобто фактично перемикаючи простуючі потужності від віртуального сервера туди, де навантаження несподівано зростає). Відомо, що в разі використання виділених серверів їх технічна характеристика визначається таким чином, щоб забезпечувати необхідний запас потужності на кілька років вперед. Таким чином, у первісному етапі експлуатації більшість серверів використовуються на 10–15 % від своїх потужностей, а це означає, що витрати на ці потужності є невиправданими. Застосовуючи технологію віртуалізації, можна підвищити ефективність використання апаратних засобів до 60–80 %, тому що у разі застосування хмарних обчислень обладнання ЦОД за «потужності» буде не таким, як сумарна обчислювальна потужність всіх розподілених серверів, але при цьому загальна продуктивність такого ЦОД повинна бути цілком достатньою.

4. Поліпшення екологічності ІТ-проєктів. Відомо, що в даний момент дата-центри споживають 1,5 % всієї виробленої в США електроенергії (порівняно з 0,6 % у 2000 р. в світі). В масштабах всієї планети ІТ-сфера відповідальна за 2 % від усіх викидів CO<sub>2</sub>. При цьому число серверів в традиційних дата-центрах США з 2001 по 2006 рік подвоїлося, а витрати енергії зросли в 4 рази, незважаючи на те, що сервери в середньому використовують лише 15 % своєї потужності. Використання хмарних обчислень може зменшити екологічне навантаження. По-перше, коли одним сервером стануть користуватися кілька компаній, менше машин буде працювати даремно. По-друге, запитуючи обчислювальні потужності з поточної потреби, організація знижує час роботи серверів вхолосту і при цьому нічого не втрачає з точки зору ефективності.

5. Поліпшення захисту та безпеки віртуальних серверів, тому що вони опиняються під захистом єдиного, централізованого, керованого фایрвола. Важливо те, що заходи з захисту персональних даних необхідно організувати на базі одного ЦОД, а не за всіма розподіленими серверами.

Незважаючи на незаперечні переваги «хмарних» технологій, реалізацію таких проєктів чекають різні труднощі, які вже досить добре вивчені і описані експертами [6, 7]. Деякі західні дослідники навіть говорять про те, що хоча хмарні обчислення стрімко розвиваються, попереду ще багато проблем. Так, на думку віце-президента Gartner group Марка Макдоналда, єдності думок немає навіть в питанні про принципи хмарних обчислень – не кажучи вже про їх реалізацію.

Причина цього, найімовірніше, просто в тому, що «хмарні» технології тільки-тільки починають розвиватися, і тому достатнього та однозначного досвіду їх застосування накопичено ще мало.



Рис. 1. Експертна оцінка перспектив використання «хмар» в охороні здоров'я

Наприклад, за даними IDC [8, 9], «хмарний» ринок в Україні сьогодні знаходиться в самому зародковому стані. У масштабах всієї вітчизняної ІТ-індустрії (IDC прогнозує обсяг в 2016 р. на рівні \$34,9 млрд) хмарні послуги складуть 0,4–0,5 %. Експерти наголошують [10], що сьогодні вся проблематика «хмар» знаходиться в стадії формування і тому її склад і обриси поки незрозумілі навіть у короткостроковій перспективі.

## 6. Висновки

Впровадження «хмарних» технологій сприяє зростанню продуктивності обміну між установами, тому що фактично відсутня необхідність передачі даних між окремими організаціями по каналах зв'язку. Весь інформаційний обмін здійснюється по внутрішній мережі хмари (LAN). Підвищуються можливості резервного копіювання і відновлення за рахунок централізації процесу, забезпечення он-лайн копіювання вбудованими засобами хмарної програмної системи, скорочення вартості організації центру резервного копіювання (обладнання, обслуговування, витратні стрічки тощо).

Відбувається спрощення тестування і розробки – віртуалізація дає змогу швидше провести перевірку і налагодження і прискорити впровадження нових сервісів. Спрощується виділення підтримки персоналу і його робота з розгортання та управління системами. Знижується ступінь дублювання досвідчених кадрів. З'являється можливість використання стандартних конфігурацій і процесів управління за рахунок централізації і оперативної заміни версій додатків та/або серверів додатків – запускається новий сервер, у разі виникнення проблем, можливий миттєвий перехід на стару версію.

## Література

1. Weiss, A. Computing in the clouds [Text] / A. Weiss // *netWorker*. – 2007. – Vol. 11, Issue 4. – P. 16–25. doi: 10.1145/1327512.1327513
2. Bateman, A. Cloud computing [Text] / A. Bateman, M. Wood // *Bioinformatics*. – 2009. – Vol. 25, Issue 12. – P. 1475–1475. doi: 10.1093/bioinformatics/btp274

3. Halligan, B. D. Low Cost, Scalable Proteomics Data Analysis Using Amazon's Cloud Computing Services and Open Source Search Algorithms [Text] / B. D. Halligan, J. F. Geiger, A. K. Vallejos, A. S. Greene, S. N. Twigger // *Journal of Proteome Research*. – 2009. – Vol. 8, Issue 6. – P. 3148–3153. doi: 10.1021/pr800970z

4. Doukas, C. Mobile healthcare information management utilizing Cloud Computing and Android OS [Text] / C. Doukas, T. Pliakas, I. Maglogiannis // 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology. – 2010. doi: 10.1109/iembs.2010.5628061

5. Гимадеев, Ш. М. «Облачные» вычисления в решении задач классификации на примере мужского бесплодия: новый источник медицинских данных [Текст] / Ш. М. Гимадеев, А. И. Латыпов, О. Р. Радченко, С. В. Радченко // *Вестник современной клинической медицины*. – 2011. – Т. 4, № 3. – С. 64–71.

6. Гусев, А. В. Перспективы облачных вычислений и информатизация учреждений здравоохранения [Текст] / А. В. Гусев // *Врач и информационные технологии*. – 2011. – № 2. – С. 6–17.

7. Оленева, И. В. Современное состояние проблемы внедрения электронных медицинских карт в единой государственной информационной системе [Текст] / И. В. Оленева // *Медицинский алфавит*. – 2011. – № 4 (20). – С. 8–10.

8. Cloud Computing. Computer Communications and Networks [Text] / N. Antonopoulos, L. Gillam (Eds.). – Springer London, 2010. – 379 p. doi: 10.1007/978-1-84996-241-4

9. Mell, P. M. The NIST Definition of Cloud Computing [Text] / P. M. Mell, T. Grance // *Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*. NIST. – 2011. doi: 10.6028/nist.sp.800-145

10. Ahuja, S. P. A Survey of the State of Cloud Computing in Healthcare [Text] / S. P. Ahuja, S. Mani, J. Zambrano // *Network and Communication Technologies*. – 2012. – Vol. 1, Issue 2. doi: 10.5539/nct.v1n2p12

## References

1. Weiss, A. (2007). Computing in the clouds. *netWorker*, 11 (4), 16–25. doi: 10.1145/1327512.1327513
2. Bateman, A., Wood, M. (2009). Cloud computing. *Bioinformatics*, 25 (12), 1475–1475. doi: 10.1093/bioinformatics/btp274
3. Halligan, B. D., Geiger, J. F., Vallejos, A. K., Greene, A. S., Twigger, S. N. (2009). Low Cost, Scalable Proteomics Data Analysis Using Amazon's Cloud Computing Services and Open Source Search Algorithms. *Journal of Proteome Research*, 8 (6), 3148–3153. doi: 10.1021/pr800970z
4. Doukas, C., Pliakas, T., Maglogiannis, I. (2010). Mobile healthcare information management utilizing Cloud Computing and Android OS. 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology. doi: 10.1109/iembs.2010.5628061
5. Gimadееv, M., Latypov, A., Radchenko, O., Radchenko, S. (2011). Cloud computing in the solution of classification problems on the example of male infertility: a new source of medical data. *Bulletin of contemporary clinical medicine*, 4 (3), 64–71.
6. Gusev, A. (2011). Prospects of cloud computing and Informatization of healthcare institutions. *Doctor and information technology*, 2, 6–17.
7. Oleneva, V. I. (2011). Modern state of the problem of introduction of electronic medical records in the unified state informational system. *Medical alphabet*, 4 (20), 8–10.
8. Antonopoulos, N., Gillam, L. (Eds.) (2010). *Cloud Computing. Computer Communications and Networks*. Springer London, 379. doi: 10.1007/978-1-84996-241-4

9. Mell, P. M., Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST. doi: 10.6028/nist.sp.800-145

10. Ahuja, S. P., Mani, S., Zambrano, J. (2012). A Survey of the State of Cloud Computing in Healthcare. Network and Communication Technologies, 1 (2). doi: 10.5539/nct.v1n2p12

Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Лебедєв О. В.  
Дата надходження рукопису 18.05.2016

**Шилов Микита Юрійович**, кафедра біомедичної кібернетики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
E-mail: sevnikita@gmail.com

**Антонова-Рафі Юлія Валеріївна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра біомедичної кібернетики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
E-mail: unes04@mail.ru

УДК 536.24:533.6.011

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.71691

## АЕРОДИНАМІЧНИЙ ОПІР ДВОХ ПОРУЧ РОЗТАШОВАНИХ ТРУБ РІЗНОЇ ФОРМИ

© О. М. Терех, О. І. Руденко, Ю. В. Жукова, В. А. Рогачов, О. В. Баранюк

*Приведені результати експериментального дослідження аеродинамічного опору двох поруч розташованих труб різної форми поперечного перерізу в діапазоні зміни чисел Рейнольдса від 4000 до 16000. Виконано порівняння отриманих даних. Встановлено, що труби краплеподібної форми мають менший опір, а труби плоскоовальної і гантелеподібної форми мають більший опір в порівнянні з опором труб круглого поперечного перерізу*

**Ключові слова:** труба, круглий, краплеподібний, плоскоовальний, гантелеподібний, аеродинаміка, опір, дослідження, порівняння

*Experimental investigations of aerodynamic drag from two tubes in side-by-side arrangement for different tube shapes in the range of Reynolds numbers from 4000 to 16000 are performed. Comparison of experimental data is executed. It is set, that the tubes of drop-shaped form have less aerodynamic drag and the tubes of flat-oval and dumb-bell forms have greater drag as compared to drag of circular tubes*

**Keywords:** tube, circular, drop-shaped, flat-oval, dumb-bell, aerodynamics, drag, investigation, comparison

### 1. Вступ

Рекуперативні трубчасті теплообмінні апарати, які виконані з круглих труб знайшли своє широке застосування в різних галузях промисловості. Це поверхні нагріву котлоагрегатів (повітрянагрівачі, калорифери, пароперегрівачі), елементи теплообмінників АЕС, регенераторів-повітрянагрівачів ГТУ і ін. Але, практика використання круглих труб показала, що труби круглого перерізу з точки зору поліпшення їх теплоаеродинамічних характеристик, на сьогоднішній день себе вичерпали і не дозволяють збільшити теплову ефективність і зменшити масо-габаритні показники теплообмінного устаткування. В той же час результати досліджень профільованих труб (плоскоовальних, краплеподібних, еліптичних) [1–5] свідчать про те, що такі труби мають в 1,5...2 рази менший аеродинамічний опір ніж труби круглої форми при близьких теплопередавальних характеристиках і, відповідно, більш високу теплоаеродинамічну ефективність, що дозволяє досягти високої компактності і зменшення металоемності теплообмінного

устаткування.

Проте однією з головних причин, яка стримує використання профільованих труб в конструкціях теплообмінних поверхонь – це відсутність напрацьованих в області вивчення особливостей процесів теплообміну і аеродинаміки, особливо труб краплеподібного і двох кутового профілю, і найголовніше – відсутність критеріальних рівнянь для визначення коефіцієнтів теплообміну і аеродинамічного опору таких поверхонь.

Дана робота присвячена експериментальному дослідженню аеродинамічного опору двох труб різного поперечного перерізу, встановлених поруч у вузькому закритому каналі при їх куті атаки повітряним потоком  $0^\circ$ .

### 2. Мета і задачі дослідження

Мета роботи – отримання нових експериментальних даних по впливу на аеродинамічний опір двох труб різного профілю, розташованих поруч у вузькому каналі при куті атаки їх повітряним потоком  $0^\circ$ .