

УДК 004.728:519.87

ШМАТКОВ С. І., КУЧУК Н. Г., ДОНЕЦЬ В. В.

МОДЕЛЬ СИНТЕЗА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ E-LEARNING

Актуальність дослідження

Сучасні інформаційні технології стимулюють персоналізацію освіти, інтеграцію педагогічних та інформаційних технологій, перехід до відкритого змісту освіти. Ці напрямки забезпечуються втіленням концепції e-learning, котра використовуючи широкий набір застосунків, забезпечує навчання побудоване на використанні web-технологій.

База e-learning – це електронні освітні ресурси (ЕОР). ЕОР взагалі розуміється, як сукупність засобів програмного, інформаційного, технічного та організаційного забезпечення, електронних видань. До складу ЕОР входять безліч допоміжних програм та інформаційних блоків з інформацією про студентів, викладачів й необхідних для навчання матеріалів [1, 2].

Створення, розвиток та підтримка ЕОР вимагає коштів, в повному обсязі не непідйомних для більшості вузів України, тому має сенс звернути увагу на платформу, що здатна хоча б частково зменшити ці витрати.

Зараз на ринку ІТ-технологій хмарні платформи поступово витісняються конвергентними і гіперконвергентними [3]. Конвергентна інфраструктура передбачає об'єднання ресурсів системи в пул для роботи в дата-центрі [4], а при гіперконвергентній інфраструктурі ресурси об'єднуються в одне ціле, а управління ними відбувається через загальну консоль адміністрування [8]. Для ЕОР на гіперконвергентній інфраструктурі часом достатньо одного системного адміністратора, що суттєво зменшує витрати на обслуговування системи, що є кращим рішенням для університетської e-learning.

Мета дослідження

Структура гіперконвергентної базової мереж (ГБМ) підтримки e-learning – це основний фактор, що впливає на якість запитів системи. Тому важливо проаналізувати структуру при виборі варіантів побудови ГБМ та управління нею [5]. Основна мета аналізу структури є визначення параметрів потоків даних в каналах зв'язку мережі. Ці дані необхідні для оцінки навантаження каналів та вузлів мережі. Але потоки даних формуються завданнями e-learning, котрі використовують застосунки, які запускаються на вузлах мережі та генерують ще трафік між собою. Отже для аналізу мережі необхідні відомості про структуру, транзакції та застосунки e-learning, їх взаємодія й розміщення на вузлах ГБМ [6], що, потребує розробки відповідної математичної моделі.

Отже, метою даної статі є розробка моделі функціонування системи e-learning на гіперконвергентній основі, котра враховує її особливості та дозволяє встановити інформаційні взаємозв'язки між складовими системи та провести аналіз базової мережі.

Ціль дослідження

Модель функціонування системи e-learning на гіперконвергентній основі.

Об'єкт дослідження

Процеси, що протікають між набором додатків і блоків даних системи e-learning розгорнутої на гіперконвергентному сервері.

Задачі дослідження

Побудувати математичну модель (програмне рішення) інформаційної структури системи підтримки ЕОР університетської e-learning, а також:

- а) Ввести вихідні дані (з перевіркою обмежень).
- б) Сформуванати кортеж моделі.
- в) Для невеликих значень U , N , A , E , D сформуванати граф інформаційної структури.

Чому необхідно моделювати інформаційну інфраструктуру

Проблеми аналізу структури ГБМ: відсутній єдиний підхід до формування структури; залежність структури мережі від параметрів ЕОР; відсутні відпрацьовані методи формального опису структури мережі, які можна використати при проведенні розрахунків [2]. Все це вимагає нових принципів аналізу структури мережі, незалежних від технології створення ГБМ. Досить часто для рішення такої задачі використовують математичну модель у вигляді мереж масового обслуговування (ММО) [4]. Однак, такий підхід має такі складності [4]: ММО вимагає розрізнення потоків запитів і даних; завантаження кожного каналу визначається інтенсивністю потоків даних усіх типів, а не тільки потоків запитів; застосунок може багаторазово взаємодіяти з іншими застосунками на інших вузлах мережі, що ускладнює процес аналізу; передача по каналах зв'язку транзитних потоків; безліч непотрібних результатів аналізу ММО. Зазначені особливості ММО призводять до нехтування деякими параметрами мережі, що призводить до втрати точності при моделюванні [4]. Отже, маємо основні принципи аналізу ГБМ:

- головна мета аналізу є дослідження потоків даних в мережі – це основний фактор, що впливають на всі її характеристики;
- основою аналізу і формування структури мережі є виконувани і взаємодіючі застосунки;
- при аналізі необхідно узгодити параметри застосунків з можливостями мережі.

У зв'язку з цим доцільно застосувати підхід, заснований на дослідженні взаємодії застосунків як незалежних джерел і приймачів даних. В цьому випадку можливо побудувати інформаційну модель системи, а потім, в залежності від розміщення додатків по вузлах мережі, визначити параметри потоків даних між вузлами мережі, тобто побудувати технічну модель мережі. При цьому повністю враховуються всі взаємодії між застосунками. Також, є можливість аналізу складних мережевих структур шляхом декомпозиції на підмережі. Для аналізу структури і розрахунку характеристик ГБМ необхідно визначити правила її опису, для побудови моделі для розрахунку завантаження вузлів і каналів мережі. Оскільки мережа створюється для підтримки інформаційного забезпечення e-learning, тому для побудови мережі необхідно знати інформаційну структуру мережі, яка визначає інформаційні потоки між вузлами на яких встановлено програмне забезпечення e-learning. Інформаційна структура мережі, в даному випадку, це сукупність інформаційних ресурсів системи (джерела і приймачі), розміщених на вузлах мережі й інформаційні потоки між вузлами, що виникають при транзакціях ЕОР. Враховуючи інформаційну структуру мережі можна приймати рішення про організацію каналів зв'язку між вузлами мережі, визначити необхідні параметри каналів зв'язку і мережевого обладнання, тобто формувати її технічну структуру.

Отже, для повного аналізу структури ГБМ необхідно провести аналіз складових її інформаційної та технічної структур і зв'язати результати аналізу.

Модель основних інформаційних взаємозв'язків у середовищі e-learning

Узагальнена схема основних інформаційних взаємозв'язків у середовищі e-learning наведена на рис. 1.

Головним управляючим вузлом є гіпервізор ГБМ. Він приймає транзакції користувачів та запускає відповідні застосунки. В свою чергу умовно застосунки поділяються на 2 групи: ті, що працюють безпосередньо з інформаційними вузлами (група ЗА) та ті, що безпосередньо здійснюють обмін з розподіленим сховищем даних (група ЗВ).

Зазначимо основні множини, задіяні в процесі моделювання інформаційних взаємозв'язків у середовищі e-learning: M_U – множина користувачів e-learning, $\dim M_U = U$; M_N – множина вузлів ГБМ, $\dim M_N = N$; M_A – множина застосунків e-learning, $\dim M_A = A$; M_E – множина транзакцій в e-learning, $\dim M_E = E$; M_D – множина фрагментів сховища даних, $\dim M_D = D$.

Параметри кожної транзакції $e \in \dot{A}$ ($e = \overline{1, E}$) задає такий кортеж: $E_e = \langle \overline{a_e}, \overline{d_e}, \overline{u_e}, \overline{w_e} \rangle$,

де $\overline{a_e} = (a_{e1}, \dots, a_{eA})$ – булев вектор необхідних застосунків e-learning, $A_e = (a_{eA})$; $\overline{d_e} = (d_{e1}, \dots, d_{eD})$ – булев вектор необхідних фрагментів сховища $D_e = (d_{eD})$; $\overline{u_e} = (u_{e1}, \dots, u_{eU})$ –

булев вектор користувачів, що запускають транзакцію; $\overline{W}_e = (w_{ij})$ – булева матриця послідовності запуску застосунків, $i, j = 1, A$.

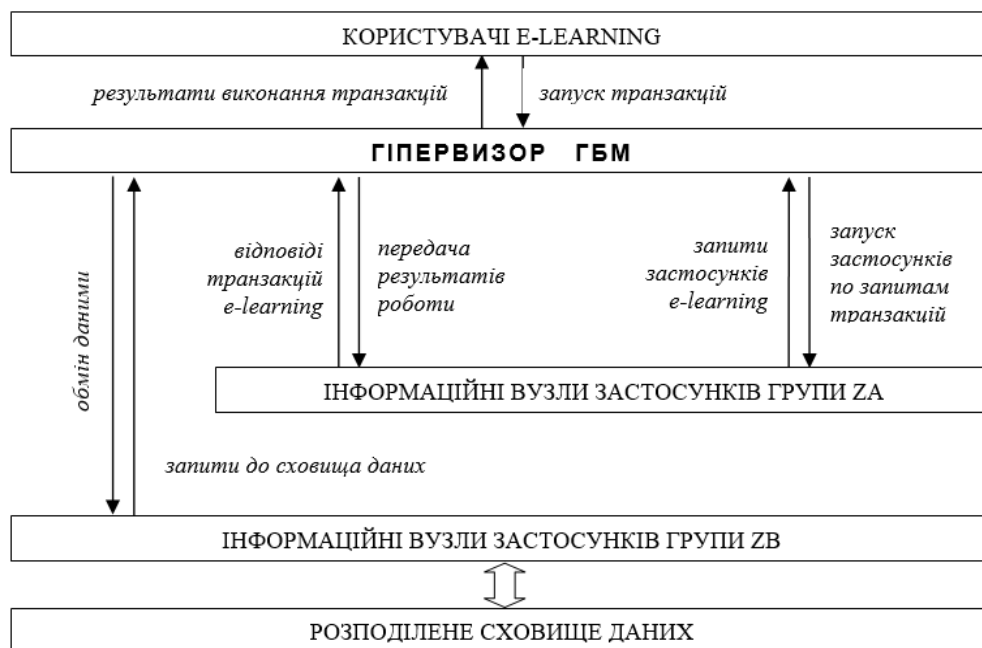


Рис. 1. Узагальнена схема основних інформаційних взаємозв'язків у середовищі e-learning.

Параметри застосунку а транзакції е задаються кортежем $A_{ae} = \langle \overline{\lambda}_{ae}, \overline{\beta}_{ae} \rangle$, де $\overline{\lambda}_{ae} = (\lambda_{ae1}, \dots, \lambda_{aeD})$ – обсяги даних для застосунку а транзакції е, котрі знаходяться у відповідному фрагменті сховища; $\overline{\beta}_{ae} = (\beta_{ae1}, \dots, \beta_{aeA})$ – обсяги даних для обміну з іншими застосунками при виконанні транзакції е.

Розміщення застосунків e-learning по вузлах ГБМ задає булева матриця $G = (g_{an})$, розміщення користувачів задає булева матриця $H = (h_{un})$, розміщення фрагментів сховища по вузлах ГБМ визначається такою матрицею: $S = (s_{dn})$.

Отже, модель може бути сформована таким кортежем множин та матриць:

$$\mathfrak{T} = \langle M_U, M_N, M_E, M_D, \{E_e\}, \{A_{ae}\}, G, H, S \rangle \tag{1}$$

При цьому слід враховувати нижчеперелічені обмеження на елементи кортежу (6): будь-яка транзакція використовує хоча б один застосунок e-learning, тобто

$$\sum_{i=1}^A a_{ei} \geq 1 \quad \forall e \in \overline{1, E}; \tag{2}$$

транзакція не обов'язково повинна звертатися до сховища даних, тобто

$$\sum_{i=1}^D d_{ei} \geq 1 \quad \forall e \in \overline{1, E}; \tag{3}$$

кожна транзакція необхідна хоча б одному користувачеві :

$$\sum_{i=1}^U u_{ei} \geq 1 \quad \forall e \in \overline{1, E}; \tag{4}$$

кожен активний користувач повинен запустити хоча б одну транзакцію, тобто

$$\sum_{e=1}^E u_{iu} \geq 1 \quad \forall u \in \overline{1, U}; \tag{5}$$

кожен застосунок повинен бути встановленим:

$$\sum_{i=1}^N g_{ai} \geq 1 \quad \forall a \in \overline{1, A}; \quad (6)$$

кожен вузол має не менш одного активного застосунку:

$$\sum_{i=1}^A g_{in} \geq 1 \quad \forall n \in \overline{1, N}; \quad (7)$$

всі застосунки повинні бути встановлені, тобто

$$\sum_{i=1}^A \sum_{j=1}^N g_{ij} = A; \quad (8)$$

всі користувачі повинні бути розподілені по інформаційних вузлах, тобто

$$\sum_{i=1}^U \sum_{j=1}^N h_{ij} = N; \quad (9)$$

кожен користувач повинен бути закріпленим до одного інформаційного вузла, тобто

$$\sum_{i=1}^N h_{ui} = 1 \quad \forall u \in \overline{1, U}; \quad (10)$$

Закріплення користувачів по інформаційних вузлах є довільним, тобто

$$\sum_{i=1}^U h_{in} \in [0, U]; \quad (11)$$

усі фрагменти сховища даних розподілені по вузлах мережі, тобто

$$\sum_{i=1}^U \sum_{j=1}^N s_{ij} = D; \quad (12)$$

можлива реплікація даних, тобто один фрагмент може розташовуватися на декількох вузлах:

$$\sum_{i=1}^N s_{di} \geq 1; \quad (13)$$

розміщення фрагментів сховища даних по вузлах ГБМ є довільним, тобто

$$\sum_{i=1}^D s_{in} \in [0, D] \quad \forall i \in \overline{1, N}. \quad (14)$$

Отже, кортеж (1) у сукупності із умовами (1) – (14) складають математичну модель інформаційної структури гіперконвергентної системи e-learning.

Висновки щодо розробленої моделі

Розроблено математичну модель інформаційної структури гіперконвергентної системи підтримки електронних обчислювальних ресурсів університетської e-learning. Модель враховує особливості університетської e-learning, дозволяє встановити інформаційні взаємозв'язки між складовими системи та провести аналіз гіперконвергентної базової мережі. Розроблена модель визначає множину допустимих варіантів інформаційної структури системи, на базі якої можна вибрати оптимальний варіант технічної структури базової мережі.

Напрямок подальших досліджень – проведення подальшого аналізу ГБМ, результатами якого повинні стати чисельні значення пропускну здатності мережі: навантаження на канали зв'язку і структуроутворююче обладнання, інтенсивності потоків даних і запитів, що надходять на вузли мережі.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шматков С.І. Аналіз інформаційних технологій у системах мобільного навчання / С.І. Шматков, Н.Г. Кучук, Ж.О. Коломієць // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава : ПНТУ, 2017. – Вип. 4(44). – С. 143-149.
2. “Welsh, E, Wanberg, C, Brown, K and Simmering, M (2003), “E-Learning: emerging issues, empirical results and future directions”, International Journal of Training and Development, 8 (4), pp. 245-258.

3. White Paper: Riverbed Hyper-converged Edge, available at: <https://www.riverbed.com/document-repository/white-paper--riverbed-hyper-converged-edge.html> (accessed 23 April 2017).
4. Кучук, Г.А. Модель процесса эволюции топологической структуры компьютерной сети системы управления объектом критического применения / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, А.А. Янковский // Системы обработки информации: сборник научных трудов. – Х.: ХУ ВС, 2014. – Вып. 7 (123). – С. 93 – 96.
5. Кучук, Г.А. Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення / Г.А. Кучук. – Х.: ХУПС, 2013. – 264 с.
6. Кучук, Г.А. Концептуальний підхід до синтезу структури інформаційно-телекомунікаційної мережі / Г.А. Кучук, І.В. Рубан, О.П. Давікоза // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: ХУ ПС, 2013. – Вип. 7 (114). – С. 106 – 112.

ШМАТКОВ Сергій Ігорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна.

Наукові інтереси:

- система e-learning на гіперконвергентному сервері.

КУЧУК Ніна Георгіївна – кандидат педагогічних наук, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна.

Наукові інтереси:

- система e-learning на гіперконвергентному сервері.

ДОНЕЦЬ Володимир Віталійович – студент, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Наукові інтереси:

- система e-learning на гіперконвергентному сервері.