КІБЕРНЕТИКА та КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 519.85 DOI:10.34229/2707-451X.20.3.1

Ю.П. ЛАПТІН †, Т.О. БАРДАДИМ, О.В. ЛЕФТЕРОВ

ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОБРОБКИ ДОКУМЕНТІВ

Наведено формулювання ряду оптимізаційних задач, пов'язаних з управлінням процесами обробки документів при переході до використання хмарних сервісів. [1]

Ключові слова: *документообіг, хмарні технології, оптимізаційна.*

© Ю.П. Лаптін †, Т.О. Бардадим, О.В. Лефтеров, 2020

Вступ. Основна частина матеріалів цієї статті була підготовлена Юрієм Петровичем Лаптіним та обговорювалася на семінарах у відділі інтелектуальних інформаційних технологій Інституту кібернетики. Так склалося, що йому не судилося побачити ці результати надрукованими. Але, оскільки розробка та використання хмарних технологій є нагальним елементом сьогодення, ми вважаємо за доцільне публікацію цих матеріалів.

Справді, нас вже оточують різноманітні хмарні сервіси. При цьому їхні власники не поспішають знайомити користувачів ні з теоретичними засадами розгортання та надання цих сервісів, ні з питаннями безпеки користування. А дослідники та користувачі досить часто обмежуються тільки описом тих чи інших аспектів розгляду хмарних технологій. Ми не ставимо перед собою задачу дати вичерпний огляд літератури з цих питань, а лише наведемо ряд прикладів.

Слід зазначити, що вже з'явилися українські видання, що приділяють увагу питанням переносу документообігу у хмарне середовище. Серед них збірник «Системи обробки інформації», що видається у Харківському університеті повітряних сил імені Івана Кожедуба. В роботі [1] з цього видання розглянуто загальні питання розгортання систем електронного документообігу у хмарному середовищі, зокрема використання хмарних сервісів у органах державної влади. Особлива увага надається питанням безпеки таких процесів. У роботі [2] надано опис створення хмарного сервісу для управління електронною документацією в університеті (автори представляють Харківський національний університет радіоелектроніки) для забезпечення керування процесами навчання та адміністрування. Розроблено планову структуру академічної хмари. Наводиться перелік переваг використання хмарного середовища. Розвитком цих підходів можна вважати створення на базі хмарного сервісу програмного додатку для вивчення іноземних мов, створеного

[1] За підтримки Національної академії наук України (тема ВФ.115.41).

у тому ж університеті [3]. До переваг впровадження хмарних обчислень у навчальний процес, вказаних у роботі [4], наразі можна додати можливість організації навчального процесу в умовах пандемії.

Хоча авторам вже давно відомі реальні приклади застосування хмарних сервісів для потреб бухгалтерського обліку, продовжують з'являтися публікації з обговорення проблем та перспектив автоматизації бухгалтерського обліку, наприклад, [5].

З'являються вже й роботи з аналізу впровадження хмарних технологій у світі [6]. Увага приділяється й питанням безпеки та вдосконаленню нормативно-правової бази – цим цікавляться як дослідники, так і професіонали [7, 8].

Як досить екзотичну роботу можна вказати на спробу побудувати аксіоматичну хмарну теорію [9]. Слід зауважити, що оптимізаційні задачі, пов'язані з хмарними сервісами, в літературі зустрічаються не часто. Можливо, це зумовлено складністю відповідних формулювань. Наприклад, у [10] доведено, що навіть задача з досить простим формулюванням є NP-повною.

Але існують і приклади розгляду оптимізаційних підходів. У роботі [11] оцінюються витрати на підтримку хмарних сервісів, передачу та зберігання даних. В результаті первинного аналізу зроблено висновки щодо доцільності використання публічної хмари, використання приватної хмари для обробки критичних даних, вибору між вартісною та безпековою складовими при застосуванні гібридного середовища (вважається, що безпекову складову забезпечує закупівля відповідного програмного забезпечення). Відповідні оцінки ризиків розглянуто в працях [12, 13].

Далі буде описано ряд оптимізаційних задач, які виникають при використанні хмарних сервісів і якими можна користатися для раціонального вибору моделі переходу в хмарне середовище.

Задачі розподілу замовлень ресурсів (сервісів). Розглянемо задачу мінімізації втрат і витрат на забезпечення функціонування інформаційної системи з точки зору користувача хмарних послуг. Необхідні для користувачів послуги (сервіси), які надаються провайдерами хмарних технологій, будемо розглядати як ресурси, що споживаються користувачами хмарних технологій. Будемо вважати, що при функціонуванні інформаційної системи використовуються різноманітні ресурси з множини M типів ресурсів (кількість типів ресурсів, що надаються провайдерами, може бути суттєво більшою). Послуги надаються (провайдерами) у вигляді комплексних наборів ресурсів (сервісів), множину яких позначимо Q. Якщо враховувати тільки множину M ресурсів, необхідних для функціонування розглянутої системи, кожний сервіс (набір ресурсів) q, $q \in Q$, будемо представляти вектором $\rho_q = (\rho_q^m,\ m \in M)$, де ρ_q^m – величина ресурсу m в сервісі (наборі) q. При замовленні сервісу (набору) q користувач отримує ресурси в обсягах $\rho_q = (\rho_q^m,\ m \in M)$. Вартість такого замовлення буде дорівнювати c_q.

Якщо для деякого m кількість отриманого ресурсу ρ_q^m є недостатньою, тобто потрібен додатковий обсяг v_q^m, то вартість такого додаткового ресурсу буде $f_q^m(v_q^m)$. Надалі будемо вважати, що $f_q^m(v_q^m) = c_q^m v_q^m$. Для величини v_q^m може бути вказано обмеження зверху $v_q^m \le \bar{v}_q^m$.

Розглянута інформаційна система може функціонувати при різних обсягах використовуваних ресурсів. Нехай R_m – кількість наявного ресурсу типу $m \in M$, необхідна для повноцінної роботи інформаційної системи. Робота інформаційної системи при забезпеченні ресурсами в обсягах r_m, $r_m^{\min} \le r_m \le R_m$ пов'язана із втратами, які будуть оцінюватися функцією $F(r)$, де $r = (r_m, m \in M)$ –

вектор обсягів ресурсів, що споживаються, а $r_m^{\min}, m \in M$ – мінімальні обсяги споживаних ресурсів, при яких можливе функціонування інформаційної системи. Введемо позначення: $x_q = 0 \vee 1$ – змінна, що визначає замовлення сервісу q – якщо $x_q = 1$, то сервіс q замовляється, інакше $x_q = 0$, v_q^m – додатковий обсяг ресурсу m для сервісу q.

Задачу мінімізації втрат і витрат на забезпечення функціонування інформаційної системи можна представити у вигляді

$$\min_{v,x,r} \left\{ F(r) + \sum_{q \in Q} \left(c_q x_q + \sum_{m \in M} c_q^m v_q^m \right) \right\} \tag{1}$$

при обмеженнях

$$\sum_{q \in Q} \left(\rho_q^m x_q + v_q^m \right) \geq r_m, \; m \in M \; , \tag{2}$$

$$r_m^{\min} \leq r_m \leq R_m, \; m \in M \; , \tag{3}$$

$$0 \leq v_q^m \leq \bar{v}_q^m x_q, \; q \in Q, \; m \in M \; , \tag{4}$$

$$x_q = 0 \vee 1, \; q \in Q \; . \tag{5}$$

До множини Q можна також додати нові сервіси, які можуть створюватися при розробці нашої інформаційної системи. Нові сервіси можуть створюватися з урахуванням багаторівневої системи хмарних технологій.

Задача (1) – (5) належить до класу задач нелінійного програмування з обмеженнями та включенням булевих змінних. Навіть у випадку опуклої функції $F(r)$ наявність булевих змінних суттєво ускладнює обчислювальні процедури. Зазвичай для розв'язання таких задач використовують такі підходи, як мультистарт, методи негладкої оптимізації [14 – 16], подання булевих обмежень у вигляді квадратичних обмежень-рівностей, наприклад, типу $x(x – 1) = 0$, обчислення оцінок цільової функції [16, 17], штрафні функції [19 – 21], спеціальні евристичні процедури.

Задачі формування нових сервісів. Розглядається дворівнева задача створення нових сервісів. Вважається, що у провайдера вже існують певні сервіси, які відносяться до базового другого (нижнього) рівня. Вони можуть використовуватися як для безпосереднього надання користувачам, так і для формування нових сервісів першого (верхнього) рівня, що створюються на вимогу користувачів. Певно, що створення нових можливостей потребує додаткових витрат, мінімізація яких цікавить провайдера. При цьому враховуються вартість створення нового сервісу верхнього рівня, а також вартість обробки необхідних ресурсів нижнього рівня засобами нового сервісу верхнього рівня.

Для формулювання задачі далі будуть використані такі позначення:

Q_1 – множина сервісів першого (верхнього) рівня, які можуть створюватися додатково;

M_1 – множина типів ресурсів першого рівня, які надаються сервісами першого рівня;

Q_2 – множина сервісів другого (нижнього) рівня, які можуть використовуватися при створенні сервісів множини Q_1;

M_2 – множина типів ресурсів другого рівня, які надаються сервісами другого рівня.

Нехай сервіс $i \in Q_1$ створений, і при його функціонуванні використовуються ресурси другого рівня в обсягах $z_i = \left(z_i^m, m \in M_2\right)$. Тоді сервіс i виробляє ресурси першого рівня в обсягах $R_i(z_i) = \left(R_i^m(z_i), m \in M_1\right)$. Визначення та аналіз функцій $R_i(z_i)$ – це окрема непроста задача. $\bar{R} = \left(\bar{R}^m, m \in M_1\right)$ – проектні обсяги ресурсів першого рівня при створенні нових сервісів, $y_j = 0 \vee 1$ – змінна, яка визначає, що при створенні нових сервісів верхнього рівня використовується сервіс (укладається контракт на використання) $j \in Q_2$, тобто якщо $y_j = 1$, то сервіс j використовується, інакше $y_j = 0$, c_j – вартість замовлення сервісу $j \in Q_2$, ρ_j^m – обсяг (стандартний) ресурсу $m \in M_2$, який надається при укладенні контракту на використання сервісу $j \in Q_2$, $\rho_j = (\rho_j^m, m \in M_2)$, v_j^m – додатковий обсяг ресурсу $m \in M_2$ сервісу $j \in Q_2$, c_j^m – питома вартість додаткового обсягу ресурсу $m \in M_2$ сервісу $j \in Q_2$, $x_i = 0 \vee 1$ – змінна, яка визначає створення нових сервісів верхнього рівня $i \in Q_1$, тобто якщо $x_i = 1$, то сервіс i створюється, інакше $x_i = 0$, d_i – вартість створення нового сервісу верхнього рівня $i \in Q_1$, d_i^m – вартість обробки обсягу z_i^m ресурсу $m \in M_2$ засобами нового сервісу верхнього рівня $i \in Q_1$.

Цільова функція при мінімізації витрат провайдера на створення нових сервісів першого рівня:

$$\sum_{i \in Q_1}\left(d_i x_i + \sum_{m \in M_2} d_i^m z_i^m\right) + \sum_{j \in Q_2}\left(c_j y_j + \sum_{m \in M_2} c_j^m v_j^m\right) \to \min. \tag{6}$$

Обмеження щодо використання ресурсів другого рівня

$$\sum_{i \in Q_1} z_i^m \le \sum_{j \in Q_2}\left(\rho_j^m y_j + v_j^m\right), \quad m \in M_2. \tag{7}$$

Обмеження щодо забезпечення обсягів ресурсів першого рівня

$$\sum_{i \in Q_1} R_i^m(z_i) \ge \bar{R}^m, \ m \in M_1. \tag{8}$$

Інші обмеження

$$y_j = 0 \vee 1, \ j \in Q_2, \tag{9}$$

$$0 \le v_j^m \le \bar{v}_j^m y_j, \ j \in Q_2, \tag{10}$$

$$0 \le z_i^m \le \bar{z}_i^m x_i, \ i \in Q_1, m \in M_1, \tag{11}$$

$$x_i = 0 \vee 1, \ i \in Q_1. \tag{12}$$

Задача створення і використання нових сервісів може бути розглянута і у разі, коли надлишкові ресурси, які генеруються новими сервісами, можуть продаватися для компенсації витрат.

Як і у попередньому підрозділі, задача (6)–(12) включає булеві змінні. Тому навіть для достатньо простих класів функцій $R_i(z_i)$ і відносно простої цільової функції (6) для неї будуть слушними згадані вище підходи.

Задачі маршрутизації. Задачі планування виконання етапів життєвого циклу документів у заданому інтервалі планування $\left[1, ..., T\right]$ розглядаються у вигляді задач маршрутизації.

Під інтервалом планування будемо розуміти послідовну сукупність інтервалів часу – робочих днів, годин тощо.

Задано сукупність K документів. Процес формування документа $k, k=1,...,K$, описується ациклічним орієнтованим графом $G_k=(V_k,E_k)$. Вершинам графа G_k відповідають етапи підготовки документа k, дугам – відношення передування для виконання етапів підготовки документа.

При формуванні документів використовуються різні ресурси (співробітники різних спеціальностей, обчислювальні ресурси при використанні хмарних технологій). Позначимо R_n – кількість наявного ресурсу *n*-го типу, $n=1,...,N$, де N – кількість різних типів ресурсів.

При виконанні етапу $i\in V_k$ (підготовки документу k) мають бути задіяні наявні ресурси в обсягах r_{in} (наприклад, співробітники спеціальності n), $n=1,...,N$. Тривалість виконання етапу i позначимо d_i (число часових інтервалів, необхідних для виконання етапу).

Нехай t_i – час початку виконання етапу $i\in V_k$ (підготовки документа k), $t_i\in[1,...,T]$. Сукупність $(t_i,\ i\in V_k,\ k=1,...,K)$ будемо називати маршрутом формування документу $k, k=1,...,K$.

Для змінних t_i мають виконуватися відношення передування, що визначаються дугами графа $G_k=(V_k,E_k)$, тобто

$$t_i+d_i\le t_j,\ (i,j)\in E_k,\ k=1,...,K. \tag{13}$$

Для заданого маршруту $(t_i,\ i\in V_k,\ k=1,...,K)$ позначимо $\tau_{\max}=\max(t_i+d_i:\ i\in V_k,\ k=1,...,K)$ загальний час формування документів.

$I(t)$ – множина етапів підготовки документів, які виконуються в інтервалі часу t, $I(t)=\{i: t_i\le t\le t_i+d_i,\ i\in V_k,\ k=1,...,K\}$..

Для кожного інтервалу часу $t\in[1,...,T]$ мають виконуватися обмеження за ресурсами (число задіяних співробітників по кожній спеціальності не має перевищувати числа наявних)

$$\sum_{i\in I(t)} r_{in}\le R_n,\ t=1,...,T,\ n=1,...,N. \tag{14}$$

Маршрут $(t_i,\ i\in V_k,\ k=1,...,K)$ будемо називати допустимим, якщо для нього виконуються обмеження (13) і (14).

Під задачами маршрутизації будемо розуміти задачі побудови допустимого маршруту.

Можливі такі формулювання цільової функції задачі маршрутизації:

• мінімізація загального часу формування заданої сукупності документів;

• виділення максимального (зваженого) числа документів із заданої сукупності, які можуть бути сформовані в заданому інтервалі планування;

• виділення максимального (зваженого) числа документів із заданої сукупності, які можуть бути сформовані в заданому інтервалі планування за умови заданої сукупності обов'язкових документів.

Може також розглядатися задача маршрутизації для випадку, коли кожен документ із сукупності K надходить для обробки в заданий часовий інтервал із $[1,...,T]$.

Для заданої сукупності K документів може розглядатися задача визначення обсягів наявних ресурсів, необхідних для формування документів у заданому інтервалі планування $[1,...,T]$.

Також може розглядатися задача визначення обсягів наявних ресурсів, необхідних для формування документів за умови заданого потоку документів у часі. Потік документів може описуватися ймовірнісними показниками.

Рекомендації щодо чисельних методів розв'язування розглянутих оптимізаційних задач. Найбільш загальним підходом для розв'язування неопуклих багатоекстремальних задач є метод гілок і границь, для застосування якого необхідний ефективний і відносно простий метод отримання оцінок цільових функцій цих задач. Для обчислення таких оцінок можуть використовуватися лагранжеві релаксації [22]. Для постановок задач у вигляді квадратичних екстремальних задач слід згадати двоїсті оцінки Н.З. Шора [16], які є лагранжевою релаксацію задач по всім обмеженням за умови невід'ємної визначеності матриці функції Лагранжа, та споріднені з ними SDP-релаксації [23]. У загальному випадку вони можуть уточнюватися шляхом введення надлишкових обмежень [16], але при цьому трудомісткість знаходження цих оцінок збільшується, що обмежує можливість використання подібних підходів для задач великої розмірності.

Для опрацювання задач з обмеженнями рекомендується застосовувати точні штрафні функції для переходу до задач безумовної оптимізації [19–21] і методи негладкої оптимізації [14–16]. При розв'язуванні сформованих задач безумовної оптимізації рекомендовано використовувати алгоритм узагальненого градієнтного спуску, якщо розмірність простору перевищує декілька сотень, і *r*-алгоритм Н.З. Шора [14], якщо розмірність простору є меншою.

При створенні відповідного програмного забезпечення слід використовувати сучасні бібліотеки лінійної алгебри, подібні до [24, 25] для пришвидшення виконання арифметичних операцій. Застосування таких заходів у рази збільшує швидкість обчислень. При використанні стандартних засобів, наприклад, GUROBI, LOQO, SNOPT [26] потрібно перевіряти, чи відповідають можливості пакета властивостям задачі. Слід враховувати також особливості оптимізаційних задач у конкретних випадках. Зокрема, додаткові вимоги, які можуть сформулювати спеціалісти, можуть вплинути на зменшення розмірності задачі.

Результати. Розглянуто три типи оптимізаційних задач, що виникають у процесі документообігу та при використанні хмарних технологій. Перша – це задача мінімізації втрат і витрат на забезпечення функціонування інформаційної системи, розглянута з точки зору користувача хмарних послуг. Необхідні для користувачів послуги (сервіси), які надаються провайдерами хмарних технологій, розглядаються як ресурси, що споживаються користувачами хмарних технологій.

Друга – дворівнева задача створення нових сервісів. Вважається, що у провайдера вже існують певні сервіси, які відносяться до базового другого (нижнього) рівня. Вони можуть використовуватися як для безпосереднього надання користувачам, так і для формування нових сервісів першого (верхнього) рівня, що створюються на вимогу користувачів. Певно, що створення нових можливостей потребує додаткових витрат, мінімізація яких цікавить провайдера. При цьому враховуються вартість створення нового сервісу верхнього рівня, а також вартість обробки необхідних ресурсів нижнього рівня засобами нового сервісу верхнього рівня.

Третя – накреслені можливі формулювання оптимізаційних задач документообігу, які можна застосовувати як у традиційних умовах, так і при використанні хмарних технологій.

Висновки. Створені формулювання математичних моделей можуть використовуватися для мінімізації витрат у відносинах між користувачем хмарних технологій та провайдером відповідних послуг. Для розв'язування відповідних оптимізаційних задач рекомендується використовувати сучасні програмні засоби.

Подяка. Автори щиро вдячні О.А. Березовському за цінні зауваження.

Список літератури

1. Білова Т.Г., Ярута В.О. Перспективи використання хмарних технологій в системах електронного документообігу. *Системи обробки інформації*, 2014. **4** (120). С. 86–89. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2014_4_20
2. Сакало С.М., Ткачова Т.С. Система хмарного сервісу для управління електронною документацією в університеті. *Системи обробки інформації.* 2015. **11** (136). С. 105–107. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2015_11_26
3. Сакало Є.С., Литовченко А.О. Навчальний додаток для e-university на базі хмарного сервісу. *Системи обробки інформації.* 2015. **11** (136). С. 146–148. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2015_11_35
4. Побіженко І.О. Переваги впровадження хмарних обчислень у навчальний процес вищих навчальних закладів. *Системи обробки інформації.* 2015. **10** (135). С. 119–122. http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2015_10_27
5. Фролов В. Впровадження «хмарних» технологій у практику бухгалтерського обліку. *Бухгалтерський облік та аудит.* 2013. 12. С. 45–49. http://nbuv.gov.ua/UJRN/boau_2013_12_7
6. Рабченюк С.І., Прус Р.Б. Аналіз процесу впровадження хмарних технологій у світі. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції *«ПЕРСПЕКТИВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»*, Київ, НТУУ КПІ. 2016. http://conferenc.its.kpi.ua/proc/article/view/71039
7. Юдін О.К., Зюбіна Р.В. Нормативно-правові аспекти використання хмарних технологій. *Наукоємні технології.* 2014. **3** (23). С. 303–305. https://doi.org/10.18372/2310-5461.23.7405
8. Перспективи розвитку ринку хмарних обчислень в Україні: переваги та ризики. Аналітична записка. Національний інститут стратегічних досліджень. http://www.niss.gov.ua/articles/1191/ (дата звернення: 01.09.2020)
9. Weinman J. Axiomatic Cloud Theory. Working Paper. 2011. http://www.joeweinman.com/resources/joe_weinman_axiomatic_cloud_theory.pdf
10. Weinman J. Cloud Computing is NP-Complete. Working Paper. 2011. http://http://www.joeweinman.com/resources/joe_weinman_cloud_computing_is_np-complete.pdf
11. Макаренко Е.В., Царегородский А.В. Оптимизация структуры гибридной среды облачных вичислений по критерию совокупной стоимости владения. *Безопасность информационных технологий*. 2014. 4. С. 59–67.
12. Царегородский А.В. Анализ рисков безопасности данных в корпоративных сетях кредитно-финансовых организаций на основе облачных вычислений. *Национальные интересы. Приоритеты и безопасность*. М., 2013. **3** (228). С. 35–43.
13. Царегородский А.В., Макаренко Е.В. Методика количественной оценки риска информационной безопасности для облачной инфраструктуры организации. *Национальные интересы. Приоритеты и безопасность*. М., 2014. **44** (281). С. 30–42.
14. Шор Н.З., Журбенко Н.Г. Метод минимизации, использующий операцию растяжения пространства в направлении разности двух последовательных градиентов. *Кибернетика*. 1971. 3. С. 51–59. https://doi.org/10.1007/BF01070454
15. Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. К.: Наук. думка, 1979. 199 с.
16. Shor N.Z. Nondifferentiable Optimization and Polynomial Problems. London: Kluwer Acad. Publ, 1998. 381 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6015-6
17. Березовский О.А. О точности двойственных оценок для квадратичных экстремальных задач. *Кибернетика и системный анализ.* 2012. **48** (1). P. 26–30. https://doi.org/10.1007/s10559-012-9389-8
18. Zhuravlev Yu.I., Laptin Yu.P., Vinogradov A.P. et al**.** Linear classifiers and selection of informative features. *Pattern recognition and image analysis*. 2017. **27** (3). P. 426–432. https://doi.org/10.1134/S1054661817030336
19. Лаптин Ю.П. Вопросы построения точных штрафных функций. *Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика.* 2013. 4. С. 21–31.
20. Лаптин Ю.П. Точные штрафные функции и выпуклые продолжения функций в схемах декомпозиции по переменным. *Кибернетика и системный анализ*. 2016. 1. С. 96–108. https://doi.org/10.1007/s10559-016-9803-8
21. Лаптин Ю.П., Бардадым Т.А. Проблемы определения коэффициентов точных штрафных функций. *Кибернетика и системный анализ*. 2019. 3. С. 64–79. https://doi.org/10.1007/s10559-019-00147-2
22. Lemaréchal C. Lagrangian relaxation. In: Jünger M., Naddef D. (eds.): Computational combinatorial optimization. Lecture Notes in Computer Science. 2001. 2241. P. 112–156. https://doi.org/10.1007/3-540-45586-8_4

23. Vanderberghe L., Boyd S. Semidefinite programming. Siam Review. 1996. 38. P. 49–95. https://doi.org/10.1137/1038003
24. BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms). http://www.netlib.org/blas/
25. LAPACK – Linear Algebra PACKage. http://www.netlib.org/lapack/
26. SOLVERS for AMPL. https://ampl.com/products/solvers

Одержано 07.09.2020

Лаптін Юрій Петрович †,
доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ,

Бардадим Тамара Олексіївна,
кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ,
Tamara.Bardadym@gmail.com

Лефтеров Олександр Володимирович,
науковий співробітник Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ.

УДК 519.85

Ю.П. Лаптин †, Т.А. Бардадым, А.В. Лефтеров

Оптимизационные задачи управления процессами обработки документов

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, Киев
Переписка: Tamara.Bardadym@gmail.com

Введение. Использование различных облачных сервисов становится неотъемлемым элементом современности. При этом владельцы таких сервисов не спешат знакомить пользователей ни с теоретическими основами развертывания и предоставления этих сервисов, ни с вопросами безопасности использования. С другой стороны, как показывает приведенный краткий обзор литературы, исследователи зачастую ограничиваются только описанием тех или иных аспектов облачных технологий. Введение оптимизационных подходов будет способствовать как развитию возможностей провайдеров, так и рациональному использованию ресурсов конечными пользователями.

Цель работы. Предложить возможные формулировки оптимизационных задач, возникающих в процессе обработки документов как в традиционной, так и в облачной среде.

Результаты. Рассмотрены три типа оптимизационных задач, возникающих в процессе документооборота при использовании облачных технологий. Первая – это задача минимизации потерь и расходов на обеспечение функционирования информационной системы, рассматриваемая с точки зрения пользователя облачных услуг. Необходимые для пользователей услуги (сервисы), которые предоставляются провайдерами облачных технологий, рассматриваются как ресурсы, потребляемые пользователями облачных технологий.

Вторая – двухуровневая задача создания новых сервисов. Считается, что у провайдера уже существуют определенные сервисы, которые относятся к базовому второму (нижнему) уровню. Они могут использоваться как для непосредственного предоставления пользователям, так и для формирования новых сервисов первого (верхнего) уровня, создаваемых по заказу пользователей. Естественно, что создание новых возможностей требует дополнительных затрат, минимизация которых интересует провайдера. При этом учитываются стоимость создания нового сервиса верхнего уровня, а также стоимость обработки необходимых ресурсов нижнего уровня средствами нового сервиса верхнего уровня.

Третья – предложены возможные формулировки оптимизационных задач документооборота, которые можно применять как в традиционных условиях, так и при использовании облачных технологий.

Выводы. Разработанные формулировки математических моделей могут использоваться для усовершенствования документооборота, в частности для минимизации расходов в отношениях между пользователем облачных технологий и провайдером соответствующих услуг. Для решения соответствующих оптимизационных задач рекомендуется использовать современные программные средства.

Ключевые слова: документооборот, облачные технологии, оптимизационная задача.

UDC 519.85

Yu.P. Laptin †, T.O. Bardadym, A.V. Lefterov

Optimization Problems of Document Processing Management

V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, Kyiv
Correspondence: Tamara.Bardadym@gmail.com

Introduction. The use of various cloud services is becoming an integral part of modern life. At the same time, the owners of such services usually are not going to inform users with the theoretical foundations of the deployment and provision of these services, as well as with issues of security. On the other hand, as the above literature review shows, researchers often limit themselves to describing certain aspects of cloud technologies. The introduction of optimization approaches will contribute to both the development of the capabilities of providers and the rational use of resources by end users.

The purpose of the article is to offer possible formulations of optimization problems that arise in the process of document management as in traditional or in cloud environment.

Results. Three types of optimization problems arising in document management using cloud technologies are considered. The first is the problem of minimization of losses and expenses for ensuring the functioning of an information system, considered from the point of view of a user of cloud services. The services required by users that are provided by cloud technology providers are considered as resources consumed by users of cloud technology.

The second problem is the two-level problem of creating new services. It is believed that the provider already has certain services that relate to the basic second (lower) level. They can be used both for direct provision to users, and for the formation of new services of the first (top) level, created at the request of users. Here the creation of new services requires additional expenses, and a provider has to minimize them. These expenses include costs of creating new top-level services, as well as costs of processing the necessary resources of the lower level by means of a new top-level service.

In the third problem it is suggested possible formulations of optimization workflow problems that can be used both in traditional conditions and using cloud technologies.

Conclusions. Created formulations of mathematical models can be used to improve document management, in particular to minimize costs in the relationships between the user of cloud technologies and the provider of relevant services. It is recommended to use modern software tools to solve the correspondent optimization problems.

Keywords: document management, cloud technology, optimization problem.