

---

УДК 621.391 : 004.7

С.С. Бульба<sup>1</sup>, Г.А. Кучук<sup>2</sup>, Д.А. Лисица<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Национальный технический университет "ХПИ", Харьков*

<sup>2</sup> *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков*

## СОЗДАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СЕРВИСОВ

*Проанализированы как позитивные, так и негативные стороны различных вариантов создания композитного приложения (КП) на основе распределённых сервисов. Показано преимущество сервисов распределённых облачных технологий для создания корпоративных систем обработки информации с использованием композитных приложений, основанных на принципе потока заданий. Разработано формальное описание отдельного КП, необходимое для дальнейшего построения абстрактного потока заданий. Обоснована необходимость разработки новой технологии описания композитных приложений, основанной на использовании потока заданий, которая может соединить все преимущества существующих методов построения композитных приложений в соответствующей предметной области.*

**Ключевые слова:** *композитное приложение, распределённые вычисления, распределённые облачные сервисы.*

### Введение

Непрерывно возрастающие требования в области сложных вычислительных систем приводят к

необходимости развития новых методов реализации вычислительных ресурсов и сервисов, функционирование которых могут удовлетворить данные требования. Одно из направлений решения данной про-

блемы основано на дальнейшем развитии технологии разработки платформ распределенных вычислений для исполнения композитных приложений (КП). Под композитными приложениями в распределенных средах подразумеваются приложения, которые позволяют пользователю иметь доступ к сервисам, расположенным на различных устройствах, не связанных между собой. Данный подход дает возможность в некоторой степени обезопасить про-

цесс обработки информации благодаря тому, что выход из рабочего состояния одного из сервисов не приводит к срыву процесса.

Пример структура композитного приложения с использованием распределенных сервисов приведен на рис. 1, где  $n$  – количество сервисов, к которым имеет доступ система обработки данных КП, и соответственно данные сервисы доступны пользователю.

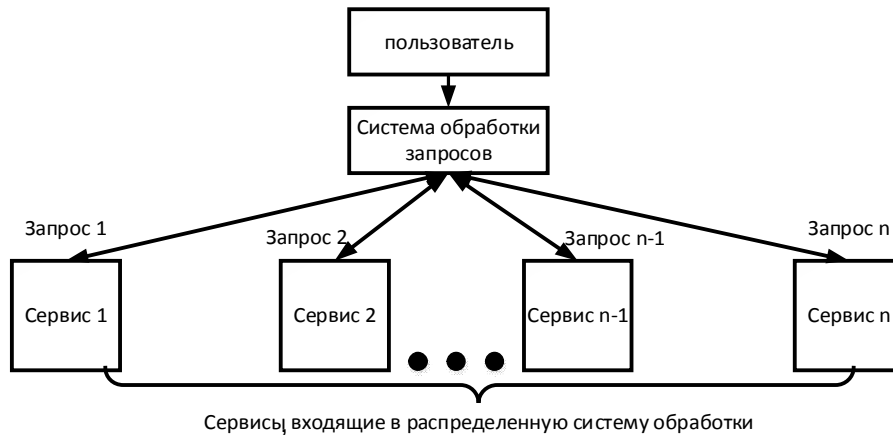


Рис. 1. Упрощенная структура композитного приложения с использованием распределенных сервисов

В процессе работы в данной вычислительной среде (рис. 1), пользователь посылает запрос на выполнение необходимых вычислений на блок «Система обработки запросов», после чего данная система распределяет полученную нагрузку между имеющимися сервисами. Далее сервисы возвращают обработанную информацию обратно, компонуется ответ и предоставляется пользователю.

**Анализ литературы.** В [1, 2] рассмотрены характеристики и классификация различных подходов для создания и выполнения рабочих процессов с использованием технологии Grid. В [3] основное внимание уделено вопросам облачных вычислений второго поколения, реализующих модель SaaS/AaaS. В [4 – 6] предлагается подход к построению композитных приложений в распределенных вычислительных средах, представлен формализм представления потоков заданий (Workflow, WF).

Однако стоит уделить внимание вопросам, связанным с разработкой технологии описания композитных приложений, основанной на использовании современных подходов к формированию WF для исполнения в распределенной CLOUD-среде, что и определило задачу исследований.

**Целью данной статьи** является анализ аппарата и принципов создания композитных приложений на основе распределённых сервисов.

### Анализ среды реализации КП

На сегодняшний день многие большие компании внедряют в свою информационную структуру

распределенные композитные приложения для своевременной обработки быстро растущего количества информации. По принципу развертывания распределенные композитные приложения классифицируются следующим образом:

- композитные приложения, базирующиеся на основе сервисов и ресурсов корпоративной сети (КП класса А);
- композитные приложения, базирующиеся на распределенных облачных сервисах (КП класса В).

Пример структуры распределённого КП класса А представлен на рис. 2.

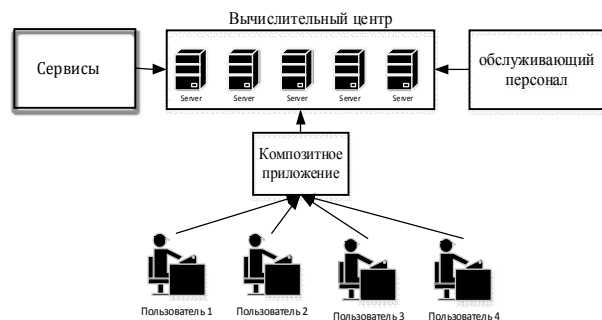


Рис. 2. Упрощенная структура распределённого КП класса А

Для реализации КП класса А компании необходимо иметь собственный вычислительный центр (ВЦ), т.е. обеспечить должный уход за оборудованием, поддерживать безопасность, интегрировать новые приложения, т.е. необходим соответствующий обслуживающий персонал. В результате объем

дополнительных непроизводственных расходов компании можно описать такими переменными:

$I_1$  – объем инвестиций для создания (расширения) ВЦ,

$I_2$  – дополнительные ежемесячные расходы на зарплату сотрудникам ВЦ,

$I_3$  – стоимость платных сервисов

Если компания может выделить для инвестиций в ВЦ и оплаты сервисов не более  $I_{пред}$  средств, а на оплату сотрудников ВЦ не более  $I_{доп}$  условных единиц оплаты в месяц, то для реализации КП класса А необходимо выполнение таких условий:

$$\begin{aligned} I_1 + I_3 &< I_{пред}; \\ I_2 &< I_{доп}. \end{aligned} \quad (1)$$

Как видим, КП класса А имеют такие существенные недостатки:

- необходимость большого объема инвестиций;
- существенные непроизводственные затраты;
- возможный простой мощностей ВЦ

В результате все большей популярностью пользуются КП класса В, которые по сравнению с КП класса А имеют ряд преимуществ:

- нет необходимости в создании собственного ВЦ;
- не нужен дополнительный штат обслуживающего персонала;
- увеличивается скорость развертывания композитного приложения;
- сервисы оплачиваются только при их использовании КП.

Кроме того, большинство облачных сервисов предоставляют свою помощь в интеграции композитного приложения с предоставляемыми сервисами. Такие приложения имеют возможность динамически расширять свою память и процессорное время при выполнении необходимых ресурсоемких операций, что способствует ускорению решения поставленных задач, а компания, использующая данную технологию, оплачивает только те ресурсы, которые реально использовала.

Схема интеграции композитного приложения с облачными сервисами представлена на рис. 3.

### Основные принципы построения композитных приложений

Метод реализации распределенных вычислений для разработки и исполнения композитных приложений, состоит из нескольких взаимодействующих прикладных сервисов. КП описывается в форме потока заданий (*workflow*). Под потоком заданий понимается ориентированный граф, узлами которого являются отдельные задачи КП, а ребра показывают зависимость между ними, характеризующую обмен данными и управляющими параметрами в распределенной вычислительной среде. В от-

личие от алгоритма, формализм WF не определяет последовательность выполнения операций; он регламентирует только их состав и зависимости.

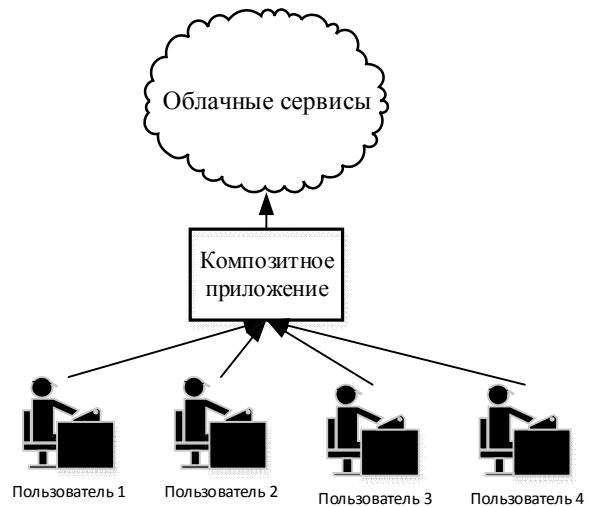


Рис. 3. Схема реализации КП класса В

На данный момент существует ряд систем распределенных вычислений, построенных на технологиях работы с WF [1]. Однако возможности их эффективного использования и расширения в целом ограничены, поскольку в настоящее время не существует унифицированных способов их описания, интерпретации и исполнения в терминах соответствующей предметной области [2].

Разработка интерфейса композитных приложений на основе WF приводит к необходимости обеспечения максимального абстрагирования пользователя данной системы от технических аспектов исполнения приложения. Пользователь должен описать в форме потока заданий только содержательную составляющую своего приложения, при этом выбор условий выполнения осуществляется автоматически самим приложением. Потому принципиальным аспектом является разработка формы человеко-компьютерного взаимодействия, удобной и интуитивно понятной для пользователя и достаточной для быстрого и однозначного восприятия системой.

Для описания формализма разработки и исполнения КП на основе WF зададим ориентированным ациклическим графом.

$$C_{TK} = \langle V_K, E_K \rangle, \quad (2)$$

где  $V_K = \{v_{K\zeta}\}$  – множество подзадач рассматриваемого КП,  $|V_K| = \Xi_K$  – количество подзадач;

$E_K = \{e_{K\eta}\}$  – множество зависимостей между элементами  $V_K$  по данным и управляющим параметрам,  $|E_K| = H$  – количество взаимосвязей;

$$e_{K\eta} = (v_{K\eta_1}, v_{K\eta_2}), \quad v_{K\eta_1}, v_{K\eta_2} \in V_K.$$

Для каждого элемента множества  $V_K$  определим кортеж характеристик подзадачи  $v_{K\zeta}$

$$Z_{K\zeta} = \langle V_{TK\zeta}, V_{RK\zeta}, T_{K\zeta}, R_{K\zeta} \rangle, \quad (3)$$

где  $V_{TK\zeta}, V_{RK\zeta}$  - булевы переменные, определяющие характер выполнения подзадачи  $v_{K\zeta}$ :

$$V_{TK\zeta} = \begin{cases} 0 - \text{время выполнения пакетов} \\ \text{WF детерминировано;} \\ 1 - \text{время выполнения пакетов} \\ \text{WF случайно;} \end{cases}$$

$$V_{RK\zeta} = \begin{cases} 0 - \text{жесткая привязка к ресурсам;} \\ 1 - \text{допустимая миграция ресурсов;} \end{cases}$$

$T_{K\zeta}$  - предельно допустимое время выполнения подзадачи  $v_{K\zeta}$  (ограничение на время выполнения отсутствует -  $T_{K\zeta} = \infty$ );  $R_{K\zeta} (R_{K\zeta} \subset R) = \{r_{ij} \in R\}$  - множество ресурсов из набора ресурсов предоставляемых ВЦ или базовой CLOUD-системой, необходимых для исполнения подзадачи  $v_{K\zeta}$ ;  $R = \{r_{ij}\}$  - множество ресурсов, предоставляемых КП ВЦ или базовой CLOUD-системой,  $i = \overline{1, I}$  - типы ресурсов  $j = \overline{1, J_i}$  - количество ресурсов типа  $i$ .

На данный момент возникает необходимость разработки новой технологии описания композитных приложений, основанной на использовании потока заданий, которая может соединить все преимущества существующих методов построения композитных приложений в соответствующей предметной области.

## Выводы

Таким образом, проанализирован аппарат и принципы создания композитных приложений на основе распределённых сервисов. Рассмотрены как позитивные, так и негативные стороны различных вариантов создания композитного приложения на основе распределённых сервисов. Показано преимущество сервисов распределённых облачных тех-

нологий для создания корпоративных систем обработки информации с использованием композитных приложений, основанных на принципе потока заданий. Разработано формальное описание отдельного КП, необходимое для дальнейшего построения абстрактного потока заданий (AWF). **Направление дальнейших исследований** связано с построением математической модели распределённой вычислительной среды, в которой реализуется КП.

## Список литературы

1. Yu J. A Taxonomy of Workflow Management Systems for Grid Computing / J. Yu, R. Buyya // *Journal of Grid Computing*. - 2005. - Vol. 3, N. 3-4. - P. 171-200.
2. Lord P. Seven Bottlenecks to Workflow Reuse and Repurposing Sattler // P. Lord, C. Goble // *The Semantic Web - ISW 2005*. - 2005. - P. 323-337.
3. Бухановский А.В. Интеллектуальные высокопроизводительные программные комплексы моделирования сложных систем: концепция, архитектура и примеры реализации / А.В. Бухановский, С.В. Ковальчук, С.В. Марьин // *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*. - 2009. - № 10. - С. 5-24.
4. Князьков К.В. Предмет ориентированные технологии разработки приложений в распределённых средах // К.В.Князьков, А.В. Ларченко // *Известия вузов. Приборостроение*. - 2011. - № 10. - С. 36-43.
5. Ковальчук С.В. Облачные вычисления второго поколения: композитные приложения, интерактивные системы и семантические технологии [Электронный ресурс] / С.В. Ковальчук, А.В. Бухановский // МНТК «Инфокоммуникационные технологии в научных исследованиях». - Таруса, 2012. - Режим доступа: <http://keepslide.com/technology/8702#sthash.YHi3I5Gy.dpuf>.
6. Бурый А.С. Облачные технологии, как механизм распределённой переработки информации [Электронный ресурс] / А.С. Бурый // *Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования*. - 2014. - № 1 (17). - Режим доступа: [http://iea.gostinfo.ru/files/2014\\_01/2014\\_01\\_01.pdf](http://iea.gostinfo.ru/files/2014_01/2014_01_01.pdf).

Поступила в редколлегию 1.12.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Рубан, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## СТВОРЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ДОДАТКІВ НА ОСНОВІ РОЗПОДІЛЕНИХ СЕРВІСІВ

С.С. Бульба, Г.А. Кучук, Д.О. Лисиця

*Проаналізовано як позитивні, так і негативні сторони різних варіантів створення композитних додатків (КП) на основі розподілених сервісів. Приведено перевагу сервісів розподілених хмарних технологій для створення корпоративних систем обробки інформації з використанням композитних додатків, заснованих на принципі потоку завдань. Розроблено формальний опис окремого КП, необхідне для подальшої побудови абстрактного потоку завдань. Обґрунтовано необхідність розробки нової технології опису композитних додатків, заснованої на використанні потоку завдань, яка включає всі переваги існуючих методів побудови композитних додатків у відповідній предметній області.*

**Ключові слова:** композитні додатки, розподілені обчислення, розподілені хмарні сервіси.

## CREATING COMPOSITE APPLICATIONS BASED ON DISTRIBUTED SERVICES

S.S. Bulba, H.A. Kuchuk, D.O. Lysytsia

*We analyzed both positive and negative aspects of the different options for a composite applications (CA) based on distributed services. The advantage of the distributed services represented cloud technology to build enterprise data processing systems with the use-it composite applications based on the principle of job flow. The formal description of a separate manual required for further construction of an abstract flow of tasks. The necessity of developing a new technology to describe composite applications based on used-vanii job flow, which can combine all the advantages of existing methods of construction of composite applications in the subject field.*

**Keywords:** composite application, distributed computing, distributed cloud services.