

УДК 004.046

### АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ ГЛОБАЛЬНЫХ КОНВЕРГЕНТНЫХ РЕШЕНИЙ И СИНТЕЗ АГРЕГИРОВАННОЙ МОДЕЛИ

**А. В. Луговой, Ж. Ю. Зеленцова**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина. E-mail: Zh.Andreeva@gmail.com

Рассмотрены основные вопросы и проблемы, возникающие при формировании и развитии современного информационно-вычислительного пространства. Произведен анализ архитектуры глобальных облачных сервисов Amazon Web Service, Windows Azure, Google App Engine, Apple iCloud и Oracle. Показано, что архитектурной основой этих сервисов является конвергентная инфраструктура. Выявлены архитектурные и функциональные особенности указанных сервисов. Предложена модель информационно-вычислительного пространства, агрегирующая перспективные особенности ведущих конвергентных решений. Выполнено разделение клиентской зоны облачных сервисов на корпоративный и социальный сегменты. Модель предусматривает полную виртуализацию высокопроизводительных и низкопроизводительных устройств, программного обеспечения, пользователей и связанных с ними данных.

**Ключевые слова:** конвергентная инфраструктура, модель конвергентной инфраструктуры.

### АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ГЛОБАЛЬНИХ КОНВЕРГЕНТНИХ РІШЕНЬ І СИНТЕЗ АГРЕГОВАНОЇ МОДЕЛІ

**А. В. Луговой, Ж. Ю. Зеленцова**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: Zh.Andreeva@gmail.com

Розглянуті основні питання та проблеми, що виникають при формуванні та розвитку сучасного інформаційно-обчислювального простору. Зроблено аналіз архітектури глобальних хмарних сервісів Amazon Web Service, Windows Azure, Google App Engine, Apple iCloud і Oracle. Показано, що архітектурної основою цих сервісів є конвергентна інфраструктура. Виявлено архітектурні та функціональні особливості зазначених сервісів. Запропоновано модель інформаційно-обчислювального простору, яка агрегує перспективні особливості провідних конвергентних рішень. Виконано поділ клієнтської зони хмарних сервісів на корпоративний і соціальний сегменти. Модель передбачає повну віртуалізацію високопродуктивних і низькопродуктивних пристроїв, програмного забезпечення, користувачів і пов'язаних з ними даних.

**Ключові слова:** конвергентна інфраструктура, модель конвергентної інфраструктури.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Интенсивность развитие вычислительной техники, начиная со второй половины 20 века, повлекла за собой ряд проблем, связанных с наращиванием объема хранимых данных, большим количеством устройств и их разнообразием, а также большим количеством пользователей [1]. В рамках информационно-вычислительной среды потребовалась консолидация информационных, логических и аппаратных ресурсов, которая в свою очередь организована в рамках современной конвергентной инфраструктуры. В настоящий момент крупнейшие вендоры уже предложили пользователям ряд эффективных конвергентных решений, часть из которых носит глобальный характер.

Процесс стандартизации конвергентной инфраструктуры находится в стадии развития, предложенные конвергентные решения имеют ряд существенных отличий, в то же время эти решения уже сегодня могут быть приведены к некоей общей эталонной архитектуре. На сегодняшний день актуальны исследования в области таксономии конвергентной архитектуры, которая может лечь в основу стандарта и быть востребованной в рамках разработки перспективных облачных решений.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** В [1] проанализированы тенденции эволюционного развития вычислительной архитектуры, а

также обоснована состоятельность конвергентных решений для компенсации проблем, возникших в связи с интенсивным ростом информационно-вычислительного пространства (ИВП). На основании архитектурного анализа предложена высокоуровневая модель конвергентной инфраструктуры (Converged Infrastructure, CI). В результате предлагаемое решение, может быть использовано как эталонное или «референсное», т.к. предполагает эффективную модель ИВП (рис. 1), объединяющую все вычислительные ресурсы в одну логическую единицу, где пользователь может получить ресурсы по требованию.

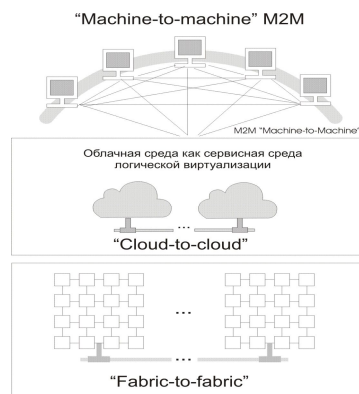


Рисунок 1 – Эталонная модель конвергентной инфраструктуры

В моделі пропонується використовувати висвітлені тканини типів CloudFabric з топологією «cloud-to-cloud» для об'єднання областей виртуалізації, а також F2F з топологією «fabric-to-fabric» для об'єднання високопродуктивних ресурсів різних постачальників конвергентних рішень на глобальному рівні. Згідно з пропонуваною моделлю пристроїв користувачів – персональні комп'ютери, мобільні пристрої, побутова техніка, підключена до мережі, і т.д., знаходяться в низкопродуктивному сегменті. Високопродуктивний сегмент реалізований на базі потужних апаратних ресурсів – кластерів, мейнфреймів, великих сховищ даних. В якості шару сопряження між середовищами, що мають принципово різну організацію, виступає область виртуалізації (більш поширене названня хмарне середовище), що обслуговує низко- і високопродуктивний сегмент ресурсів, а також користувачів, як в зоні клієнтів, так і в зоні постачальників конвергентних рішень.

Приведена модель потребує деталізації кожної частини пропонуваної інфраструктури. Щоб отримати детальну модель з потрібним рівнем деталізації скористаємося *збиральним принципом архітектурного дизайну*, який запропоновано раніше в [2], і з його допомогою проаналізуємо глобальні конвергентні рішення Amazon Web Service, Windows Azure, Google App Engine, Apple iCloud, Oracle (FaceBook) і виділимо перспективні компоненти.

Як показано в [2], висвітлена архітектура п'ятого покоління, отримана в результаті архітектурного аналізу, викладеного в [1], передбачає ефективну модель середовища з великою кількістю низко- і високопродуктивних апаратних ресурсів, що об'єднують всі висвітлені ресурси в одну логічну одиницю, де користувач може отримати ресурси за вимогою без знання внутрішньої інфраструктури. Ці послуги надаються на комерційній основі і є товаром, таким чином, організований мережевий ринок послуг. Практичною проблемою конвергентного об'єднання пристроїв, представляє собою завдання виртуалізації даних, пристроїв, висвітлених ресурсів і навіть користувачів, реалізовану з метою надання комерційних сервісів і комерціалізації інтернету.

Технічна сторона питання міграції комерційних послуг в сферу інтерактивних сервісів потребує розвитку ефективних механізмів взаємодії мережних ресурсів, систем зберігання даних, асортименту сервісів, спеціалізованих програмних пакетів, доступних на комерційній основі.

Благодаря концепції хмарних висвітлень активно розвиваються послуги систем зберігання нового покоління, що дозволяють уже сьогодні компаніям оптимізувати ресурси по зберіганню і обробці інформації, а також відмовитися від низкооплачуваної робочої сили.

Висвітлене простір майбутнього буде представляти собою спільноту хмар, об'єднаних по федеративному принципу. Хмарний шар представляє собою шар сопряження і виртуалізації, необхідний для конвергентного об'єднання області низко- і високопродуктивних ресурсів. Структура ІВП, незважаючи на велику кількість противників розміщення інформації в хмарних спільнотах, в обозримому майбутньому буде складатися з великої кількості хмар, які будуть об'єднані єдиними принципами управління, протоколами безпеки і сумісності інтерфейсів (рис. 1, 2). Подібна багатовимірною хмарною інфраструктурою описується запропонованим в [1] принципом гіпервиртуалізації.

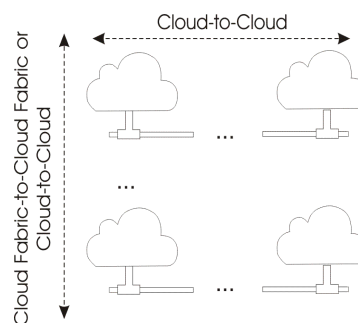


Рисунок 2 – Федерация облаков как область гипервиртуализации [1]

Багато експертів вважають, що масове впровадження СІ приведе до системних зсувів в економіці [3] і буде одним з фундаментальних висвітлених трендів майбутнього [5]. Обсяг ринку конвергентних систем до 2017 року оцінюється в 400 млрд. \$ [6].

Актуальність розвитку нової архітектурної парадигми не викликає сумнівів, в силу цього потребується конкретизація архітектури і архітектурного бачення складових компонентів СІ, що дозволить розробляти програмно-апаратні рішення з покращеним технологічним трансфером.

Представлені на ринку конвергентні рішення можна розділити на дві категорії по відношенню до формату розгортання: глобальні, призначені для масштабованого обслуговування користувачів, і локальні корпоративні рішення СІ, на сьогоднішній день враховуючі проблеми переходу корпорацій на динамічні висвітлені середовища.

Глобальні системи перераховані вище, к локальним рішенням належать CI: HP, VMware, Cisco, Dell і др. Глобальні рішення передбачають пріоритетні сервісно-комерційні функції, локальні - зменшене енергопотреблення і оптимізацію існуючих в розпорядженні корпорацій вичислювальних ресурсів, покращену логічну організацію інфраструктури.

Одним з перших і на сьогоднішній день найбільшим глобальним конвергентним комплексом є Amazon Web Service (далі AWS або Amazon), що об'єднує 450 тис. серверів [7]. Особливість архітектури Amazon полягає в створенні на території постачальника конвергентного рішення федерації хмар, які надають користувачам цілий ряд сервісів на умовах самообслуговування.

Даний комплекс надає послуги оренди вичислювальних ресурсів і сервісів, придатних практично для будь-якої мети.

AWS надає широкі можливості для користувачів і розробників, розробляючих продукти на базі Amazon Web Service. На базі AWS можна організувати кластер для проведення наукових досліджень, надавати послуги хостингу на умовах суборенди, розкручувати корпоративні комплекси, створювати власні програмні продукти, доступні з мережі, включаючи вебсайти, і тестувати їх без обмеження потужності і продуктивності, зберігати інформацію в будь-яких об'ємах, організувати високо-відвідувані торговельні площини і т.д. На базі Amazon функціонує цілий ряд соціальних і торговельних сервісів, а також проект дослідження Марса NASA JPL. Пріоритет цієї платформи для космічної програми пов'язаний з високою доступністю дата-центрів Amazon в будь-якій точці світу, що необхідно для передачі даних з супутника [7].

Amazon Web Service (AWS) є багаторівневим вичислювальним комплексом з розвинутою середою віртуалізації в формі хмар і логічної інфраструктури автоматизованих сервісів віртуалізації – хмарних служб. На нижньому рівні знаходиться область фізичних ресурсів, представлених з'єднаними в вичислювальну тканину серверів - «server fabric», і сховищ - «storage fabric» з топологіями «server-to-server», «storage-to-storage».

Доступ до ресурсів і обслуговування клієнтів здійснюється за допомогою http-служб до хмар Amazon EC2 (Amazon Elastic Compute Cloud) і Amazon Cloud Front (хмара системи доставки контенту за аналогією з одноранговими піринговими мережами), також для API-доступу використовуються протоколи REST і SOAP [7].

Доступ користувачів до інформаційних ресурсів, розміщених на Amazon, здійснюється за допомогою хмарної DNS-служби обслуговування SLA запитів Amazon Route 53 [9].

В Amazon Web Service проводиться чітке розмежування (що не відображено ні в одному іншому

рішенні і стандарті) між поняттям сервісної хмари і хмарної сервісної служби.

Подобна трактовка не суперечить еталонній архітектурі хмари, відображеній в стандарті NIST - підключення до хмарного сервісу повинно здійснюватися за допомогою інтерфейсу API, в деяких випадках з відкриттям екземпляра віртуальної машини (далі VM). На основі аналізу архітектури AWS і порівняння з стандартом NIST в подальшому ми будемо розділяти два типи хмарних сервісів рис. 3 [8]:



Рисунок 3 – Хмарні сервіси: хмара і хмарна служба на основі стандарту NIST [8]

*Хмара*, логічно представляюча область віртуалізації, функціональна частина якої реалізована в рамках конвергентної інфраструктури, а структурно має інтерфейс самообслуговування з відкриттям екземпляра VM.

*Хмарна служба* представляє собою область сервісної віртуалізації, обслуговує хмару і має інтерфейс самообслуговування підключення по API без відкриття екземпляра VM.

На прикладі Amazon Route 53 доступ організовується без віртуальних сеансів доступу, однак при цьому для *хмарної служби* також характерна віртуалізація ресурсів, в даному випадку другого рівня – віртуалізації логічних ресурсів, рис. 4.

В функції Amazon Route 53 входить забезпечення доступу до Amazon EC2, хмарі балансування навантаження Amazon Elastic, до служби Amazon Simple Storage, що забезпечує доступ до хмари AWS S3.

Між поняттями сервісної хмари, хмарної служби і хмарами сервісних моделей IaaS («Infrastructure-as-Service») і PaaS («Platform-as-Service») може бути проведена паралель.

Наряду з вичислювальною тканиною логічного рівня топології «cloud-to-cloud», що утворює Cloudfabric, може бути використана топологія «cloud-in-cloud», що передбачає підпорядкування платформи як сервісу відносно більш великої інфраструктури, це може бути проілюстровано застосуванням гіпервіртуалізації хмарного простору [1] до сервісних моделей хмар IaaS і PaaS, визначених в стандарті [8], рис. 5.

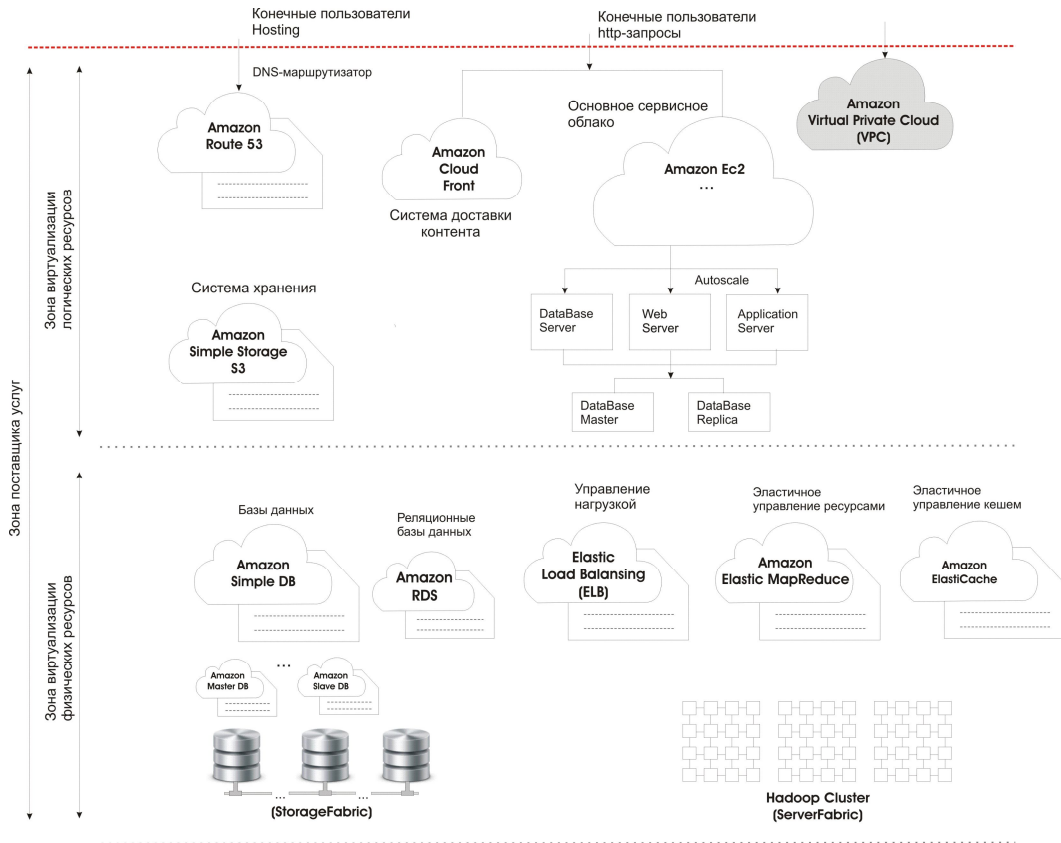


Рисунок 4 – Фрагмент диаграммы сервисов AWS с элементами логической инфраструктуры [9]

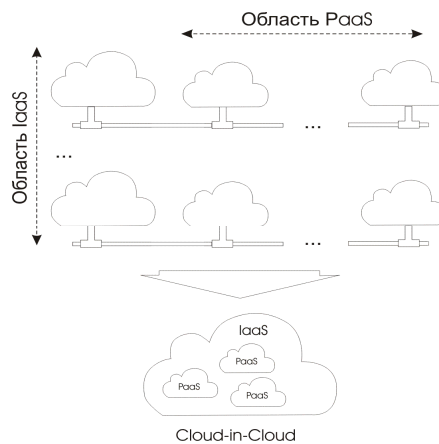


Рисунок 5 – Модель гипервиртуализации в решениях Iaas и PaaS

На рис. 4 показана диаграмма служб и облаков AWS, составленная на основе руководства разработчика AWS, а на рис. 6 – высокоуровневая архитектура, полученная на основе исследования, которая логически вытекает при использовании в таксономии конвергентной инфраструктуры топологии «cloud-to-cloud» и применения модели гипервиртуализации для сервисов Iaas и PaaS.

Очевидно, что это не единственный вариант организации области поставщика услуг при использовании гипервиртуализации. Предлагается объединить облака в логическую вычислительную ткань, обеспечить их облачными службами, а также определить в области Iaas и PaaS зону общих облачных

служб, обслуживающих в целом инфраструктуру на примере службы Amazon Route 53.

Характерной чертой AWS является разделение на область виртуализации аппаратных ресурсов и область логической виртуализации, когда объектами виртуализации выступают уже логические ресурсы. Важным моментом является возможность развертывания собственного частного облака клиентами на базе облака в зоне поставщика услуг Amazon Virtual Private Cloud (VPC). Это облако имеет отображение (область виртуализации) в клиентской зоне, что отражает дуальную структуру облака и основную идею виртуализации «каждый объект может поддаться виртуализации».

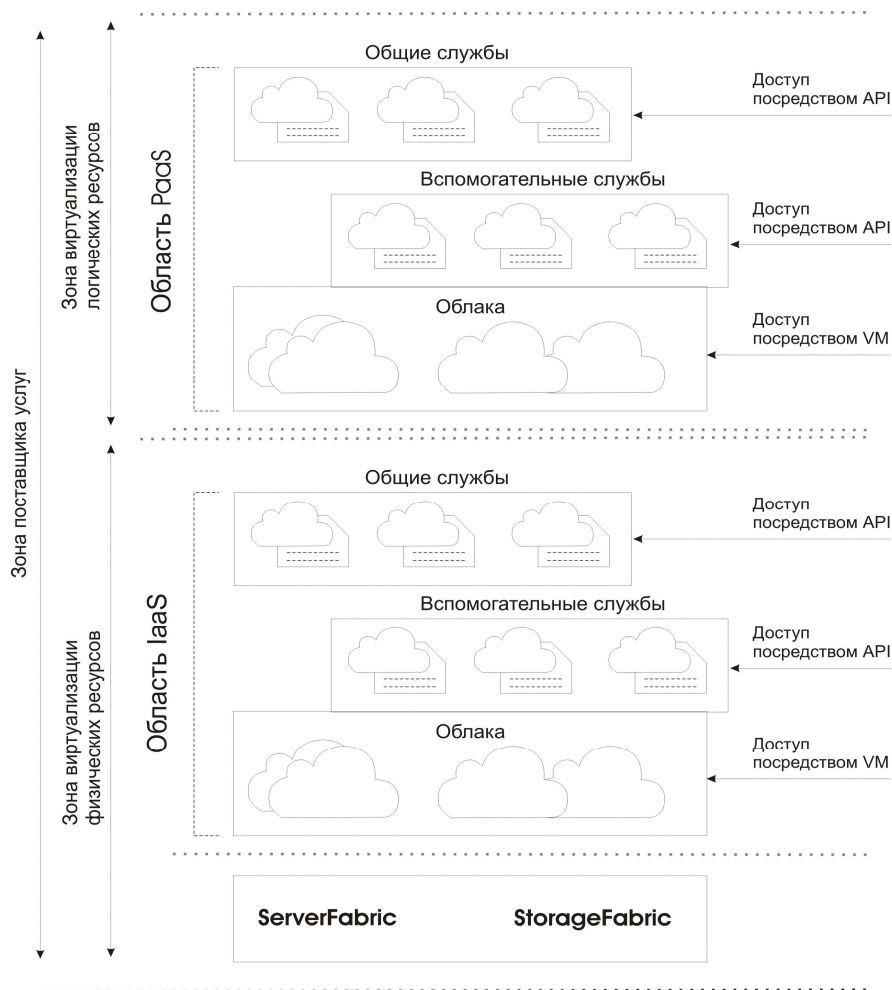


Рисунок 6 – Характер реорганизации облачных сервисов с разграничением зоны IaaS и PaaS

Несмотря на развитую инфраструктуру облаков в зоне поставщика конвергентных решений облака AWS между собой не соединены в вычислительную ткань – предлагается объединить облака по федеративному принципу. Подобное решение позволит увеличить быстродействие при масштабировании инфраструктуры и объединении с другими поставщиками конвергентных решений.

*Особенности архитектуры Windows Azure.* К особенностям можно отнести улучшенное быстродействие системы [10]. Для архитектуры Windows Azure характерно наличие расширенной инфраструктуры CloudServices Fabric, области IaaS и PaaS – области сервисной виртуализации, и других вычислительных тканей, включая ServerFabric и StorageFabric на аппаратном слое, рис. 7, 8.

На уровне логической виртуализации в качестве проприетарного решения реализована вычислительная ткань AppFabric – объединено в вычислительную ткань облачных сервисов программное обеспечение для упрощения доступа пользователей и улучшения параметров быстродействия. Это реализовано при помощи подключения к сервисной программной шине AppFabric Service Bus, представ-

ляющей собой уровень прикладной виртуализации уровня middleware.

Подключение пользователей к программной шине AppFabric реализовано по принципу микроядерной операционной системы с программной шиной процессов посредством виртуальных машин, в свою очередь обслуживание программных вычислений реализуется с помощью FabricAgent, соответственно, применено агентно-ориентированное программирование, рис. 7.

Следует отметить слой интеграции и виртуализации сетевых соединений, а также виртуализацию персональных устройств пользователей, подобное решение не встречается в других системах.

В отличие от существующего стандарта NIST, где одно облако подразумевает одну сервисную модель [8], облако Windows Azure имеет смешанную сервисную архитектуру, которую можно назвать частным случаем предложенной модели, изображенной на рис. 6.

Для решения характерно отсутствие федерации облаков – ее заменяет одно гибридное облако, функциональность которого поддерживается серией облачных служб. Для работы с клиентами имеются еще два облака Webcloud, Workercloud.

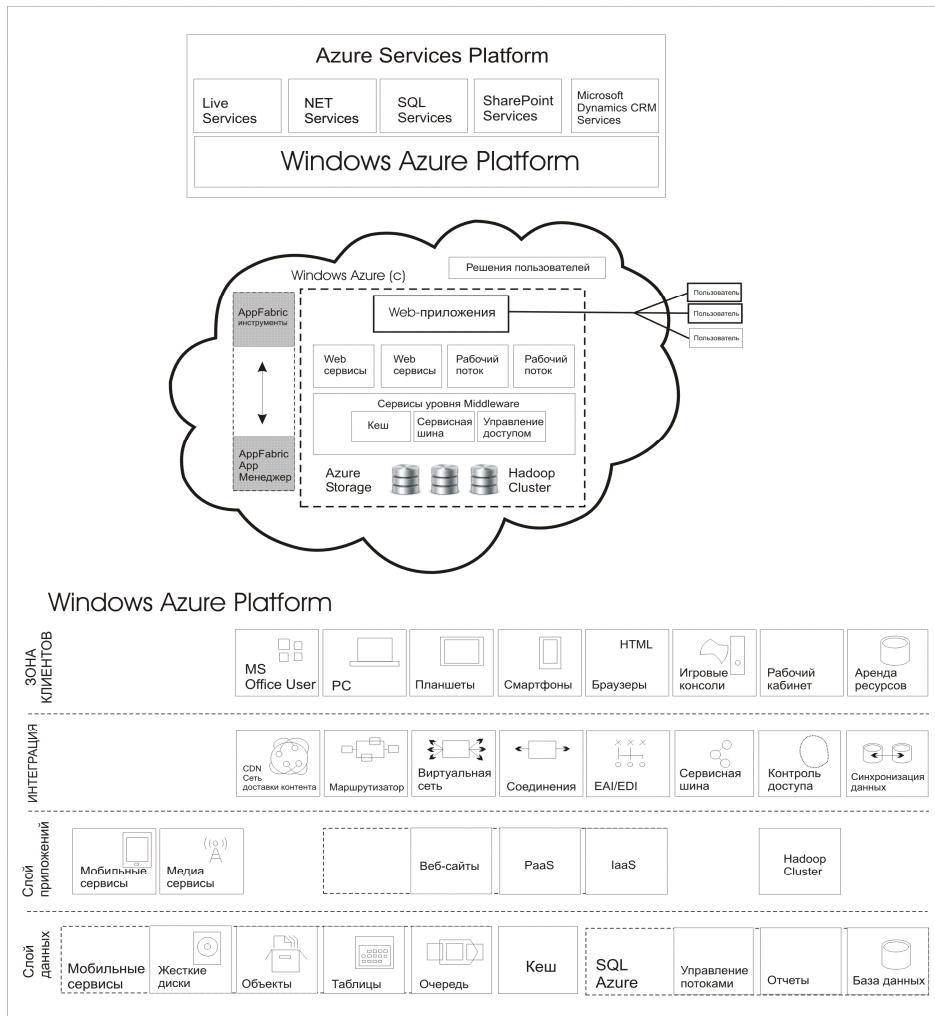


Рисунок 7 – Архитектура Windows Azure, видение поставщика услуг [10]

На рис. 8 показана адаптация Windows Azure к предложенной модели конвергентной инфраструктуры. Важным моментом облачного сервиса Windows Azure является наличие развитой социальной зоны сервисов в клиентском сегменте, обслуживаемой Azure Services Platform, а также зоны обслуживания устройств пользователя. При этом в Windows Azure отсутствует социальная сеть, которая является характерной чертой некоторых конвергентных решений.

*Особенности архитектур Google App Engine, Apple iCloud, Oracle (Facebook).* Характерной чертой Google Cloud, Apple iCloud, Oracle (FaceBook) является наличие социальных сервисов, цель которых состоит в виртуализации пользователей посредством крупнейших социальных сетей, а также данных и устройств, связанных с пользователями. Apple iCloud уже на сегодняшний день предлагает синхронизацию всех документов и устройств пользователей (виртуализацию устройств и данных в социальном сегменте), при этом отсутствует социальная сеть [11]. Google Cloud, в рамках социальных сервисов начинает развивать собственную социальную сеть «Круги+» [12]. Что отражает идею виртуализации контактов пользователей, связанных ресурсов и устройств, что уже реализовано крупнейшей глобальной социальной сетью FaceBook, развернутой на Oracle. Множество социальных и программных

сервисов, ориентированных на персональные потребности пользователей, относятся к новому направлению – персональных вычислений (personal computing) в социальных сетях. Необходимо также учитывать существующий в клиентской зоне корпоративный сегмент сервисов, который представлен локальными конвергентными решениями Cisco, HP, Dell, VMware.

Разработанная авторами модель, агрегирующая перспективные особенности ведущих конвергентных решений, представлена на рис. 9.

Клиентскую зону в конвергентной инфраструктуре целесообразно разделить на корпоративный и социальный сегмент, при этом часть устройств связывается с пользователями социальных сетей, а часть с корпорациями и промышленными решениями (включая государственную инфраструктуру). Например, «Электронное правительство», если следовать нашей модели, показанной на рис. 9, представляет собой зону сопряжения между социальным и корпоративным сегментом в зоне пользователей конвергентной инфраструктуры.

В публикации [13] авторами предложено телеметрическое облако, архитектура которого может лечь в основу обслуживающей устройства инфраструктуры промышленного класса, а именно, – ЖКХ, систем безопасности, а также ряда социально-бытовых сервисов.

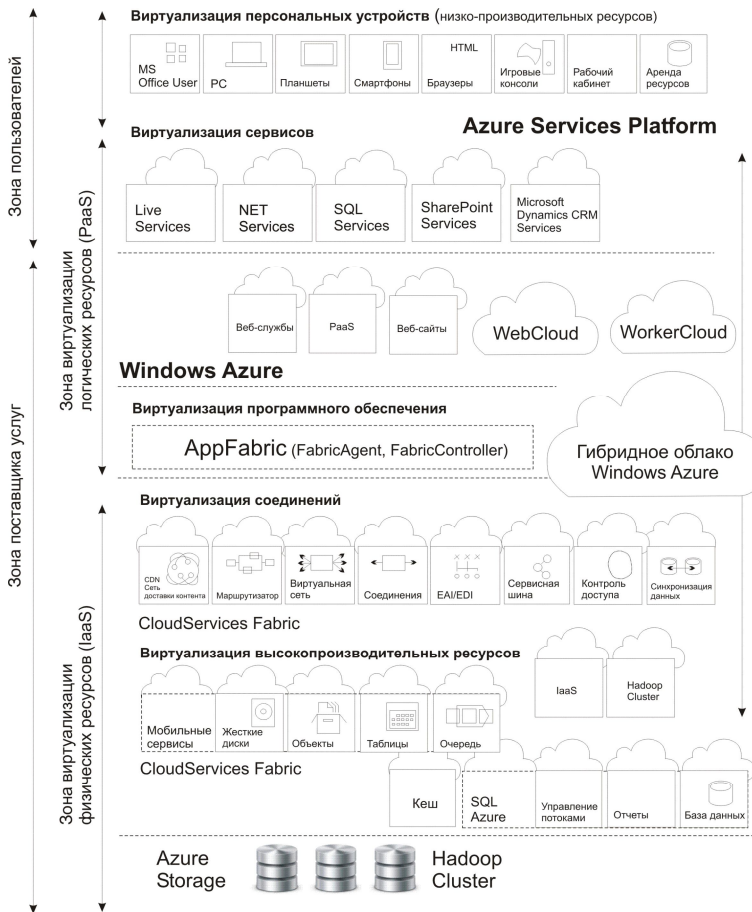


Рисунок 8 – Архитектура Windows Azure, приведенная к предложенной авторами модели

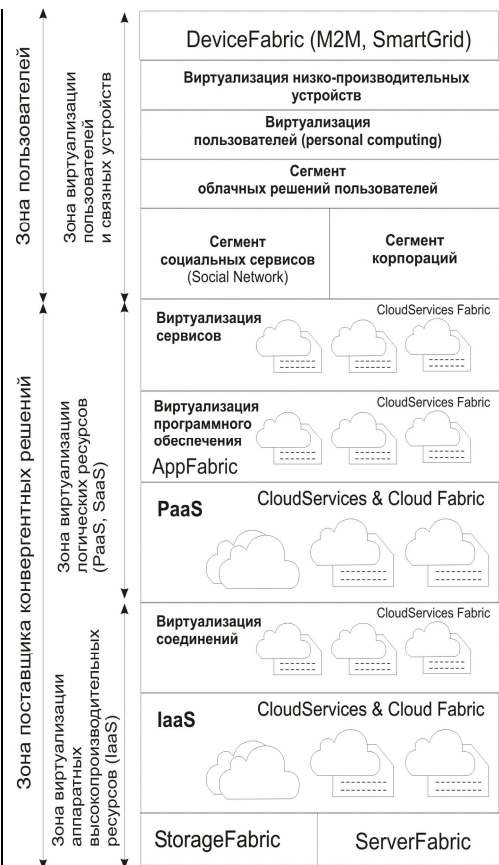


Рисунок 9 – Модель конвергентної інфраструктури, агрегуюча перспективні рішення

**ВЫВОДЫ.** Архитектурный анализ глобальных конвергентных решений, предложенных на рынке, позволяет сформировать видение строения мировой информационно-вычислительной среды. Этот анализ логически продолжает серию исследований в области вычислительной архитектуры и, в частности, вычислительной архитектуры пятого поколения. Результаты анализа планируется использовать для разработки облачных продуктов, в частности, предложенного в [13] телеметрического облака. Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

- в ближайшие годы будут разворачиваться как локальные, так и глобальные конвергентные комплексы, причем потенциальный объем рынка для конвергентных решений различного формата очень значителен;
- конвергентная инфраструктура представляет собой область виртуализации аппаратных и логических ресурсов с зоной поставщиков конвергентных решений и клиентской зоной. Неотъемлемой частью конвергентной инфраструктуры является вычислительная ткань, включая CloudFabric и AppFabric, применение которой на всех уровнях виртуализации позволяет существенно улучшить параметры быстродействия. Также может быть эффективной виртуализация соединений и облачных сервисов;
- конвергентные комплексы предполагают клиентскую зону, где будут развиваться персональные

вычисления, ориентированные на виртуализацию пользователей, связанных с ними устройств и данных;

- область виртуализации представляет собой многоуровневую структуру вычислений с инкапсулированными слоями, где одна часть ориентирована на обслуживание высокопроизводительных ресурсов, а вторая часть – на предоставление персональных сервисов и вычислений.

Предложенная модель предусматривает виртуализацию высокопроизводительных и низкопроизводительных устройств, виртуализацию соединений, программного обеспечения, а также пользователей и данных с ними связанными;

- телеметрическое облако может рассматриваться как инфраструктурная единица для виртуализации и обслуживания устройств, связанных с пользователями, в области персональных вычислений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Луговой А.В., Зеленцова Ж.Ю., Луговая О.В. Эра мегаданных. Состояние и эволюция мирового информационно-вычислительного пространства // Вестник Кременчугского национального университета. – 2012. – Вып. 1/2012 (72). – С. 36–42.
2. Луговой А.В., Зеленцова Ж.Ю. Вычислительная архитектура и ее эволюция. Исследование перспективных направлений развития // Вестник Кременчугского национального университета. – 2013. – Вып. 2/2013 (79). – С. 34–40.

3. Robert Whiteley. Forrester Research. «Your Next IT Budget: 6 Ways to Support Business Growth», CIO Magazine, July 21, 2010 [Electronic resources]. – Mode access: <http://www.cio.co.ke/analysis/Your-Next-IT-Budget-6-Ways-to-Support-Business-Growth>.

4. Katherine Broderick and Jed Scaramella «Considering All of IT: Converged Infrastructure Survey Findings», IDC, June 2010 [Electronic resources]. – <http://www.giiresearch.com/report/id121373-infrastructure.html>.

5. Stephen Prentice, Gyane Dewnarain «The Future of the Internet: Fundamental Trends, Scenarios and Implications to Hee», Gartner, 2012 [Electronic resources]. – <http://www.gartner.com/technology/core/products/research/topics/emergingTrendsTechnologies.jsp>.

6. Dave Vellante, «Converged Infrastructure Takes the Market by Storm», Wikibon, August, 2012. – [http://wikibon.org/wiki/v/Converged\\_Infrastructure\\_Takes\\_the\\_Market\\_by\\_Storm](http://wikibon.org/wiki/v/Converged_Infrastructure_Takes_the_Market_by_Storm), 2011-08-10.

7. Amazon Web Services, 2012. – Mode access: <http://aws.amazon.com/>.

8. NIST Cloud Computing Standards Roadmap (NIST-SP 500-291), NIST, 2011. – [http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub\\_id=909024](http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=909024).

9. AWS Reference Architectures, Amazon Web Services (AMC), 2012. – <http://aws.amazon.com/architecture/>.

10. Windows Azure. – <http://www.windowsazure.com/>.

11. Apple - iCloud- Ваш контент. На всех ваших устройствах. Apple Россия. – Mode access: <http://www.apple.com/ru/icloud/>.

12. Google Cluod Platform. Google. – Mode access: <http://cloud.google.com/>.

13. Луговой А.В., Зеленцова Ж.Ю. Подходы и принципы разработки гибридного облака системы мониторинга с многомерными объектами исследования // Вестник Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. – 2013. – Вып. 6/2011(71). – С. 56–62.

## ANALYSIS OF ARCHITECTURE OF GLOBAL CONVERGENT SOLUTIONS AND THE SYNTHESIS OF AGGREGATE MODEL

**A. Lugovoi, Zh. Zelentsova**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, 39600, Kremenchug, Ukraine. E-mail: [Zh.Andreeva@gmail.com](mailto:Zh.Andreeva@gmail.com)

The authors describe the key issues and problems that arise during the process of formation and development of modern information and computing space. The global architecture of such cloud services as Amazon Web Service, Windows Azure, Google App Engine, Apple iCloud, and Oracle was analyzed. It is shown that the architectural basis for these services is a converged infrastructure. The authors have identified architectural and functional features of these services and developed a model of information and computing space that aggregates promising features of the leading converged solutions. Also, the client area of cloud services was divided for corporate and social segments. The model developed provides full virtualization of high-performance and low-end devices, software, users, and the data related.

**Key words:** converged infrastructure (CI), converged infrastructure model (CI model).

### REFERENCES

1. Lugovoi, A.V. Zelentsova, Zh.Yu., Lugova, O.V. (2012), «The era of megadata. State and evolution of the global information-computing space», *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 1 (72), pp. 36–42.

2. Lugovoi, A.V. Zelentsova, Zh.Yu. (2013), «The evolution of computer architecture from origin to present», *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 2 (79), pp. 34–40.

3. Robert Whiteley, Forrester Research (2010). «Your Next IT Budget: 6 Ways to Support Business Growth», CIO Magazine, July 21, available at: <http://www.cio.co.ke/analysis/Your-Next-IT-Budget-6-Ways-to-Support-Business-Growth>.

4. Katherine Broderick and Jed Scaramella (2010), «Considering All of IT: Converged Infrastructure Survey Findings», IDC, June, available at: <http://www.giiresearch.com/report/id121373-infrastructure.html>.

5. Stephen Prentice, Gyane Dewnarain (2012), «The Future of the Internet: Fundamental Trends, Scenarios and Implications to Hee», Gartner, available at: <http://www.gartner.com/technology/core/products/research/topics/emergingTrendsTechnologies.jsp>.

6. Dave Vellante, (2012), «Converged Infrastructure Takes the Market by Storm», Wikibon, August, available at:

[http://wikibon.org/wiki/v/Converged\\_Infrastructure\\_Takes\\_the\\_Market\\_by\\_Storm](http://wikibon.org/wiki/v/Converged_Infrastructure_Takes_the_Market_by_Storm), 2011-08-10.

7. Amazon Web Services, (2012), available at: <http://aws.amazon.com/>.

8. NIST Cloud Computing Standards Roadmap (NIST-SP 500-291), NIST, (2011), available at: [http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub\\_id=909024](http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=909024).

9. AWS Reference Architectures, Amazon Web Services (AMC), (2012), available at: <http://aws.amazon.com/architecture/>.

10. Windows Azure, available at: <http://www.windowsazure.com/>.

11. Apple – iCloud-your content. On all your devices. Apple Russia, available at: <http://www.apple.com/ru/icloud/>.

12. Google Cluod Platform. Google, available at: <http://cloud.google.com/>.

13. Lugovoi, A.V., Zelentsova, Zh.Yu. (2011), «Approaches and principles of development of hybrid cloud monitoring system with multi-dimensional objects of study», *Transaction of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, iss. 6 (71), pp. 56–62.

Стаття надійшла 22.04.2013.