

Hybrid Cloud Computing Architecture Optimization by Total Cost of Ownership Criterion

Keywords: cloud computing, cost model, the total cost of ownership, cost metrics, analysis of information risk, management of information security

Achieving the goals of information security is a key factor in the decision to outsource information technology and, in particular, to decide on the migration of organizational data, applications, and other resources to the infrastructure, based on cloud computing. And the key issue in the selection of optimal architecture and the subsequent migration of business applications and data to the cloud organization information environment is the question of the total cost of ownership of IT infrastructure. This paper focuses on solving the problem of minimizing the total cost of ownership cloud.

E. V. Макаренко, А. В. Царегородцев

ОПТИМИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ГИБРИДНОЙ СРЕДЫ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПО КРИТЕРИЮ СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ

Введение

В связи с тем, что облачные вычисления несут с собой новые вызовы в области информационной безопасности, для организации крайне важно контролировать процесс управления информационной безопасностью в облачной среде. Уровень доверия к предоставляемым сервисам может значительно меняться в зависимости от целей организации, структуры ее активов, открытости для публики, угроз, которым подвергается организация, приемлемого для организации уровня информационного риска.

Управление информационной безопасностью, определение применимости облачных сервисов для организации невозможны без понимания контекста, в котором она работает, и последствий от угроз, с которыми она может столкнуться в результате своей деятельности. Что хорошо работает для одной организации, не обязательно будет работать для другой. Большинство организаций не могут себе позволить в финансовом отношении обеспечить полную защиту всех вычислительных ресурсов и информационных активов, поэтому особое внимание должно уделяться вариантам обеспечения безопасности на основании соотношения стоимости решения, а также критичности обрабатываемых данных.

При рассмотрении потенциальных преимуществ различных моделей предоставления сервисов важно учитывать тип развертывания среды облачных вычислений. После определения допустимых вариантов распределения сервисов и данных в облачной архитектуре с учетом возможных рисков необходимо выбрать один оптимальный вариант для развертывания [1]. Это решение может быть принято экспертом на основании субъективной точки зрения, но в данной статье будет рассмотрена методика выбора оптимального варианта развертывания среды облачных вычислений на основе модели затрат.

1. Стоимостная модель владения облаком

Стоимость владения средой облачных вычислений будем рассчитывать на основе метрики затрат владения всей инфраструктурой, определяемой провайдером. Представим затраты на поддержку облачных сервисов, хранение и передачу как:

- объем данных, передаваемых в облако: e_{oxi}^p ;
- объем данных, передаваемых из облака: e_{oxo}^p ;
- объем хранимых данных в единицу времени: e_{os}^p ;
- процессорное время для исполнения сервиса: e_{cpi}^p .

Стоимостная метрика для данных (o) будет определяться размером данных $N(o)$ и долговечностью хранения информации – период времени хранения данных $L(o)$ для сервиса будет включать показатель времени работы процессора для его выполнения: $CPU(t)$.

Тогда стоимостную модель можно представить следующим образом:

$$Cost = \sum_{o=0}^{o=k-1} e_{ot}^p * N(o).L(o) + \sum_{t=0}^{t=m-1} e_{cpu}^p CPU(t) + \sum_{x=0}^{x=q-1} (e_{oxo}^{ps} + e_{oxi}^{pd})N(o), \quad (1)$$

где k – количество элементов данных в рабочем процессе, m – количество сервисов, q – число переходов данных между облаками.

Третья сумма в (1) определяет затраты на передачу данных, где ps – это облако-источник и pd – облако, принимающее данные. Использование модели затрат требует оценки размеров данных и процессорного времени. Процесс оценки данных показателей легче, если производительность и емкость хранилища данных определяются для каждого запуска процесса, что позволяет делать статистический анализ для расчета.

Рассмотрим примеры использования описанной модели затрат. Возможные варианты перехода процесса в рамках гибридной среды облачных вычислений показаны на рис. 1.

Для начала рассмотрим самый простой случай, когда производительность и стоимость обоих облаков равна (таблица 1). Тогда разница в стоимости между вариантами зависит только от числа межоблачных связей.

Таблица 1. Пример № 1. Затраты при использовании облака

| Облако | Дисковое пространство (Гб/месяц) | Трафик в облако (Гб) | Трафик из облака (Гб) | Процессорное время (секунд) |
|--------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| c_0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| c_1 | 100 | 100 | 100 | 100 |

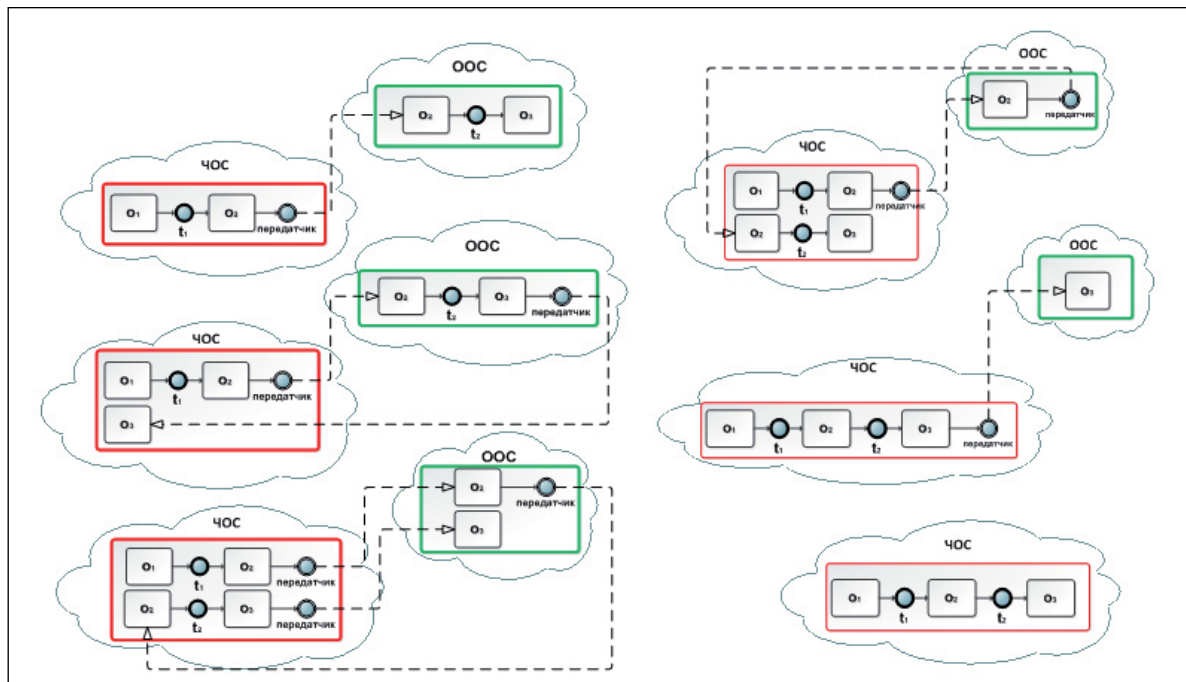


Рис. 1. Допустимые распределения рабочих процессов в среде облачных вычислений

Но, принимая во внимание, что совокупная стоимость владения частным облаком намного выше стоимости владения общественным в силу применения дополнительных средств, механизмов и процедур обеспечения защиты всей инфраструктуры, затраты на владение можно представить в другом виде. В таблице 2 приведены показатели для блоков данных и сервисов рабочего процесса.

Таблица 2. Информация о блоках данных и сервисов рабочего процесса

| Блок | Дисковое пространство (Гб) | Срок хранения (месяцев) | Процессорное время (секунд) |
|-------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| o_1 | 10 | 12 | |
| t_1 | | | 100 |
| o_2 | 5 | 0 | |
| t_2 | | | 50 |
| o_3 | 1 | 12 | |

Размер входных данных o_1 можно будет получить заранее, а оценку для o_2 и o_3 можно спрогнозировать на основе результатов предыдущих реализаций. Чтобы определить период времени хранения данных, предположим, что входные данные o_1 и выходные данные o_3 хранятся в течение года, а промежуточные данные (o_2) удаляются сразу после их использования сервисом t_2 .

В таблице 3 показаны результаты применения стоимостной модели.

Таблица 3. Пример № 1: стоимость вариантов развертывания рабочего процесса

| Вариант | Дисковое пространство | Переход | Процессорное время | Всего | Последовательность |
|---------|-----------------------|---------|--------------------|-------|--------------------|
| 1 | 1320 | 100 | 1500 | 2920 | 3 |
| 2 | 1320 | 120 | 1500 | 2940 | 4 |
| 3 | 1320 | 220 | 1500 | 3040 | 6 |
| 4 | 1320 | 200 | 1500 | 3020 | 5 |
| 5 | 1320 | 20 | 1500 | 2840 | 2 |
| 6 | 1320 | 0 | 1500 | 2820 | 1 |

В каждой строке отражена стоимость разных опций распределения процесса в гибридной среде облачных вычислений. В последней колонке таблицы приведен порядок применения опций распределения (от минимальной до самой высокой стоимости). Этот вывод подтверждает, что самым дешевым является вариант 6, в котором все блоки размещены в одном облаке и нет затрат на передачу данных между облаками.

Вариант, при котором все сервисы и данные размещены на одном облаке, всегда будет самым дешевым, но если расходы на процессорное время варьируются между облаками, то передача данных между облаками может оказаться целесообразной.

В таблице 4 приведен перечень облаков с различным набором стоимостных параметров.



Таблица 4. Пример № 2: затраты при использовании облака

| Облако | Дисковое пространство (Гб/месяц) | Трафик в облако (Гб) | Трафик из облака (Гб) | Процессорное время (секунд) |
|--------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| C_0 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| C_1 | 100 | 50 | 50 | 100 |

Частные облака C_1 , обеспечивающие повышенный уровень безопасности данных, требуют в процессе обслуживания дополнительных затрат на хранение данных, дополнительное процессорное время по сравнению с общедоступными облаками C_0 . В таблице 5 приведен результат учета соответствующих затрат в совокупной стоимостной оценке. Полученная стоимость совокупного владения зависит от способности организации поддерживать защиту частного облака на требуемом уровне, так как при возникновении инцидентов ответственность за применение контрмер будет всецело лежать на организации. Полученная стоимостная оценка может быть использована для сравнения разных конфигураций облака с целью выбора оптимального варианта для поддержки приемлемого уровня риска, определенного в политике безопасности организации.

Таблица 5. Пример № 2: стоимость вариантов распределения рабочего процесса в гибридной среде с учетом повышенных требований к безопасности

| Вариант | Дисковое пространство | Переход | Процессорное время | Всего | Последовательность |
|---------|-----------------------|---------|--------------------|-------|--------------------|
| 1 | 1260 | 75 | 1250 | 2585 | 1 |
| 2 | 1320 | 90 | 1250 | 2660 | 2 |
| 3 | 1260 | 165 | 1500 | 2925 | 5 |
| 4 | 1320 | 150 | 1500 | 2970 | 6 |
| 5 | 1260 | 15 | 1500 | 2775 | 3 |
| 6 | 1320 | 0 | 1500 | 2820 | 4 |

Первичный анализ полученных результатов показал, что:

- 1) использование общественного облака рационально при проведении сложных обработок некритичных данных, требующих большого количества процессорного времени и объемов дискового пространства;
- 2) использование частного облака оправдано, если необходимо добиться повышенного уровня безопасности для хранения и обработки критичных данных;
- 3) организация должна балансировать между стоимостной и рискованной оценками различных вариантов развертывания гибридной среды облачных вычислений и постоянно учитывать в модели новые факторы, влияющие на безопасность обрабатываемых данных.

2. Анализ результатов исследования стоимости развертывания различных типов облачных сред

В данном разделе приведены результаты исследования стоимости развертывания различных типов облачных сред:

- частной облачной среды (ЧОС);
- общественной облачной среды (ООС);
- гибридной облачной среды (ГОС).



Цены на продукты семейства vSphere (действующие для России) указаны в соответствии с информацией, опубликованной на официальном сайте компании VMware — vmware.com. В таблице 6 представлены общедоступные облачные сервисы, которые были использованы при построении ИТ-инфраструктуры организации.

Таблица 6. Перечень продуктов VMware для построения облачной ИТ-инфраструктуры организации

| Провайдер общедоступных облачных сервисов | Название облачного продукта |
|---|---|
| VMware | VMware vSphere 5 Standard Acceleration Kit for 8 processors (with 32 GB vRAM entitlement per processor) |
| | Basic Support/Subscription VMware vSphere 5 Standard Acceleration Kit for 8 processors |
| | VMware vSphere 5 Standard for 1 processor (with 32 GB vRAM entitlement per processor) |
| | Basic Support/Subscription for VMware vSphere 5 Standard for 1 processor for 1 year |

В таблице 7 представлены выбранные типы развертывания среды облачных вычислений, используемые в качестве экспериментальной среды для оценки эффективности применения комплексного метода безопасности рабочего процесса.

В таблице 8 приведены исходные данные для расчета стоимости развертывания ООС и ЧОС.

Таблица 7. Описание экспериментальной среды разных типов развертывания

| Вариант | Тип развертывания | Сайзинг аппаратной мощности | Название облачного продукта / средства защиты |
|---------|------------------------------|---|--|
| ЧОС | Частная облачная среда | Частная облачная среда, состоящая из 200 виртуальных машин (100 с серверными операционными системами), 20 серверов (по 2 физических процессора) с применением сертифицированного средства защиты информации от несанкционированного доступа и контроля выполнения ИБ-политик vGate R2 | <ul style="list-style-type: none"> • VMware vSphere 5 • vGate R2 |
| ООС | Общедоступная облачная среда | Общедоступная облачная среда, состоящая из 200 виртуальных машин (100 с серверными операционными системами), 20 серверов (по 2 физических процессора) | <ul style="list-style-type: none"> • VMware vSphere 5 |



| | | | |
|-----|--------------------------|---|--|
| ГОС | Гибридная облачная среда | Общедоступная облачная среда, состоящая из 170 виртуальных машин (85 с серверными операционными системами), 17 серверов (по 2 физических процессора) | <p><i>Частная облачная среда</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • VMware vSphere 5 • vGate R2 <p><i>Общественная облачная среда</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • VMware vSphere 5 |
| | | Частная облачная среда, состоящая из 30 виртуальных машин (15 с серверными операционными системами), 3 сервера (по 2 физических процессора) с применением сертифицированного средства защиты информации от несанкционированного доступа и контроля выполнения ИБ-политик vGate R2 | |

Таблица 8. Исходные данные для ЧОС и ООС

| Заданный параметр | Величина |
|---|----------|
| Количество серверов | 20 |
| Количество виртуальных машин | 200 |
| Максимальное количество процессоров на сервер | 2 |
| Количество процессоров | 40 |
| Суммарный объем оперативной памяти | 1000 Гб |

В таблице 9 приведена стоимость лицензий VMware (без учета лицензий бэкапа) для ООС.

Таблица 9. Стоимость лицензий для ООС

| Код | Наименование | Кол-во | Цена за единицу | Общая стоимость |
|---|---|--------|-----------------|------------------------|
| VS5-STD-AK-C | VMware vSphere 5 Standard Acceleration Kit for 8 processors (with 32 GB vRAM entitlement per processor) | 1 | 429 000,00 р. | 429 000,00 р. |
| VS5-STD-AK-G-SSS-C | Basic Support/Subscription VMware vSphere 5 Standard Acceleration Kit for 8 processors | 1 | 138 666,00 р. | 138 666,00 р. |
| VS5-STD-C | VMware vSphere 5 Standard for 1 processor (with 32 GB vRAM entitlement per processor) | 32 | 42 669,00 р. | 1 365 408,00 р. |
| VS5-STD-G-SSS-C | Basic Support/Subscription for VMware vSphere 5 Standard for 1 processor for 1 year | 32 | 11 682,00 р. | 373 824,00 р. |
| Итоговая стоимость лицензий для ООС: | | | | 2 306 898,00 р. |



Приведем расчет относительной выгоды виртуализации путем определения стоимостных преимуществ решения виртуализации над аналогичным физическим решением (ЧОС), сравнивая стоимость виртуализованной и физической инфраструктуры.

В виртуальной инфраструктуре будем учитывать следующие элементы:

- физические сервера для виртуализации (с учетом процессоров и памяти) — это сервера, на которых установлен гипервизор ESXi;
- стоимость лицензий VMware.

Суммарная стоимость физического решения сложится из следующих соображений: каждая виртуальная машина превратится в однопроцессорный сервер с учетом памяти, выделенной на виртуальную машину.

Разница покажет экономию виртуализованного решения перед физическим. При этом будем предполагать, что виртуализация происходит с нуля. То есть мы стоим перед выбором: или покупать новые физические сервера, или покупать сервера под виртуализацию и использовать виртуальное решение.

Чистые инвестиции, необходимые для вариантов ООС и ЧОС, отражены в таблице 10.

Таблица 10. Стоимость развертывания ЧОС и ООС

| Показатель | Виртуальная среда (ООС) | Физическая среда (ЧОС) |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Количество физических серверов (ESXi для виртуализации и обычные сервера для физики) | 20 | 200 |
| Средняя стоимость одного сервера | 150 150,00 р. | 56 595,00 р. |
| Суммарная стоимость серверов | 3 003 000,00 р. | 11 319 000,00 р. |
| Стоимость лицензий VMware (без учета лицензий бэкапа) | 2 306 898,00 р. | |
| Итого: | 5 309 898,00 р. | 11 319 000,00 р. |

Для виртуализации, согласно исходным данным, было взято 20 двухпроцессорных серверов. В физической среде будет использоваться 200 однопроцессорных серверов. Разумеется, запрошенная оперативная память также входит в расчет средней стоимости сервера. Решение виртуализации выгоднее на **6 009 102,00 р.** (в 2,1 раза).

Чистые инвестиции, необходимые для варианта ГОС, отражены в таблице 11.

Таблица 11. Затраты на создание ГОС

| Показатель | Виртуальная среда (ГОС: общественное облако) | Физическая среда (ГОС: частное облако) |
|--|--|--|
| Количество физических серверов (ESXi для виртуализации и обычные сервера для физики) | 17 | 15 |
| Средняя стоимость одного сервера | 166 155,00 р. | 168 498,00 р. |
| Суммарная стоимость серверов | 2 824 635,00 р. | 2 527 470,00 р. |



| | | |
|---|------------------------|-----------------|
| Стоимость лицензий VMware (без учета лицензий бэкапа) | 1 980 792,00 р. | 0 р. |
| | 4 805 427,00 р. | 2 527 470,00 р. |
| Итоговая стоимость ГОС: | 7 332 897,00 р. | |

3. Анализ результатов исследования стоимости мер уменьшения рисков ИБ в среде облачных вычислений

Теперь учтем в модели новые факторы, влияющие на безопасность обрабатываемых данных. Цена на средство защиты информации (СЗИ) vGate R2 указана в соответствии с информацией, опубликованной на официальном сайте компании «Код безопасности» — <http://www.securitycode.ru/>.

Стоимость внедрения СЗИ для варианта ЧОС отражена в таблице 12.

Таблица 12. Стоимость внедрения СЗИ в ЧОС

| Показатель | 1-й год | 2-й год | 3-й год | Приведенная стоимость PV (3 года) |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| Лицензии на средство защиты информации vGate R2 | 1 069 000,00 р. | 0 р. | 0 р. | 1 069 000,00 р. |
| Эксплуатационные расходы (20 % в год) | 213 800,00 р. | 213 800,00 р. | 213 800,00 р. | 488 154,19 р. |
| Стоимость обучения | 139 434,78 р. | 0 р. | 0 р. | 139 434,78 р. |
| Стоимость инсталляции | 46 478,26 р. | 0 р. | 0 р. | 46 478,26 р. |
| Стоимость vGate | 1 468 713,04 р. | 213 800,00 р. | 213 800,00 р. | |
| Суммарные затраты на внедрение | 1 468 713,04 р. | 1 682 513,04 р. | 1 896 313,04 р. | 1 743 067,23 р. |

Стоимость внедрения СЗИ для варианта ГОС отражена в таблице 13.

Таблица 13. Стоимость внедрения СЗИ в ГОС

| Показатель | 1-й год | 2-й год | 3-й год | Приведенная стоимость PV (3 года) |
|---|---------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
| Лицензии на средство защиты информации vGate R2 | 236 000,00 р. | 0 р. | 0 р. | 236 000,00 р. |
| Эксплуатационные расходы (20 % в год) | 47 200,00 р. | 47 200,00 р. | 47 200,00 р. | 107 768,88 р. |
| Стоимость обучения | 30 782,61 р. | 0 р. | 0 р. | 30 782,61 р. |
| Стоимость инсталляции | 10 260,87 р. | 0 р. | 0 р. | 10 260,87 р. |
| Стоимость vGate | 324 243,48 р. | 47 200,00 р. | 47 200,00 р. | |
| Суммарные затраты на внедрение | 324 243,48 р. | 371 443 р. | 418 643 р. | 384 812,36 р. |

В таблице 14 отражена итоговая совокупная стоимость владения различными типами развертывания облачных сред с учетом стоимости внедрения СЗИ.

Таблица 14. Совокупная стоимость владения

| Вариант облачной архитектуры | Стоимость развертывания среды | Стоимость СЗИ | Итоговая стоимость |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ЧОС | 11 319 000,00 р. | 1 743 067,23 р. | 13 062 067,23 р. |
| ГОС | 7 332 897,00 р. | 0 р. | 7 332 897,00 р. |
| ООС | 5 309 898,00 р. | 384 812,36 р. | 5 694 710,36 р. |

Как и ожидалось, совокупная стоимость владения ООС в 1,2 раза меньше, чем стоимость ГОС, и в 2,2 раза меньше стоимости ЧОС. Несмотря на показанные преимущества с точки зрения стоимости использования ООС в качестве основной ИТ-инфраструктуры, следует отметить, что ООС не обладает необходимым уровнем безопасности для защиты критических данных организации.

Заключение

В связи с высокой стоимостью содержания частных облаков разработана стоимостная методика для выбора оптимального варианта развертывания гибридной среды облачных вычислений, позволяющая соотнести финансовые возможности организации с обеспечением приемлемого уровня безопасности процессов обработки критичных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Качко А. К., Лавриненко М. М., Царегородцев А. В. Один из подходов к построению гибридной защищенной облачной среды // Безопасность информационных технологий. 2014. № 1. С. 22–27.
2. Царегородцев А. В. Анализ рисков безопасности данных в корпоративных сетях кредитно-финансовых организаций на основе облачных вычислений // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 39 (228). С. 35–44.

REFERENCES:

1. Kachko A. K., Lavrynenko M. M., Tsaregorodtsev A. V. The approach of secure hybrid cloud construction // Safety of information technology. 2014. № 1. P. 22–27.
2. Tsaregorodtsev A. V. Data safety risk analysis in credit-financial corporate networks on the basis of cloud computing // National interests: priorities and safety. 2013. № 39 (228). P. 35–44.

