

## К вопросу обоснования выбора компонентов информационных систем

Аль-Самави Я.А., асп.

Выполнено сравнение вариантов взаимосвязей большого количества компонентов информационной системы, предложенных разными производителями. Рассмотрена задача многокритериальной оптимизации в целях обеспечения высокой эффективности информационной системы.

*Ключевые слова:* информационная система, распределенная информационная система, многокритериальная оптимизация, метод свертывания векторного критерия, программная составляющая, аппаратная составляющая.

## To question of the motivation of the choice component information systems

The executed comparison variant intercoupling of a large number of interrelated components of the information system, offered by different manufacturers. Considered problem to optimization in purpose of the provision to high efficiency of the information system.

*Keywords:* information system, distributed information system, multi-objective optimization, method of collapsing of the vector criterion, software, hardware.

Одной из основных проблем при построении информационных систем (ИС) является выбор их компонентов. Основные причины ее возникновения следующие: перечисление достоинств и недостатков компонента ИС не обеспечивает принятия корректного решения в пользу того или иного компонента; обычно при выборе приходится учитывать множество критериев, например стоимость, производительность, надежность, защищенность и т.п.; в зависимости от требований к ИС различаются степени важности каждого из критериев выбора, например стоимость важнее производительности или наоборот. Еще одна проблема заключается в том, что некоторые критерии необходимо максимизировать, а другие минимизировать. Например, стоимость обычно стараются минимизировать, в то время как производительность и надежность необходимо максимизировать.

Необходимо упомянуть об одном из основных компонентов современных распределенных ИС (РИС) – это технологии построения РИС, среди которых наибольшую популярность получили технологии Microsoft .NET и J2EE (Java 2, Platform Enterprise Edition). Выбор одной из перечисленных технологий представляется также сложной задачей, так как они, как и ИС, состоят из большого числа взаимосвязанных компонентов, решающих различные задачи. Обоснование выбора основных компонентов технологий построения РИС, таких как виртуальная машина, веб-компоненты, компонентная модель и т.п., позволит обосновать выбор той или иной технологии в целом. Состав РИС на примере общей организационной структуры технологии J2EE показан на рис. 1.

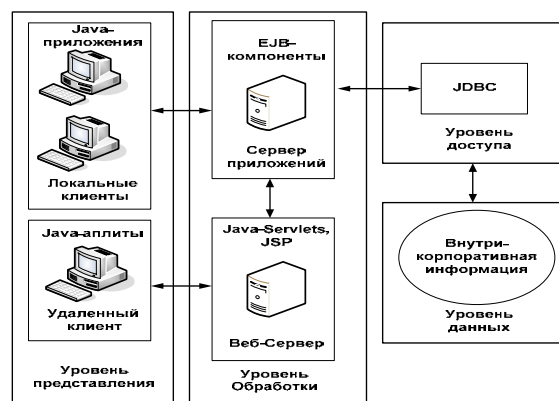


Рис. 1. Общая организационная структура технологии J2EE

Ниже на примере выбора центрального процессора (ЦП) при построении клиента или сервера ИС показано решение задачи выбора какого-либо компонента ИС как задачи многокритериальной оптимизации, что, в свою очередь, поможет при выборе технологии построения РИС, рассматривая ее компоненты в отдельности.

### Компоненты ИС и критерии выбора.

Принимается, что ИС состоит из двух основных составляющих: программной и аппаратной. Рассмотрим аппаратную составляющую.

Аппаратная составляющая ИС (АпС) состоит из множества устройств, связанных между собой средствами коммуникационной системы (КС) (рис. 2). Принято разделять компоненты ИС на следующие типы:

- формирующие и отправляющие запросы – клиенты;
- принимающие и обрабатывающие запросы клиента – сервера;
- связывающие отдельные компоненты ИС, в том числе клиент и сервер, и передающие данные между ними – коммуникационное оборудование (КОБ);

➤ дополнительное оборудования (ДОБ) – принтеры, сканеры, измерительные устройства и т.п.:  
 $АлС = \{Клиент, Сервер, КОБ, ДОБ\}$ .

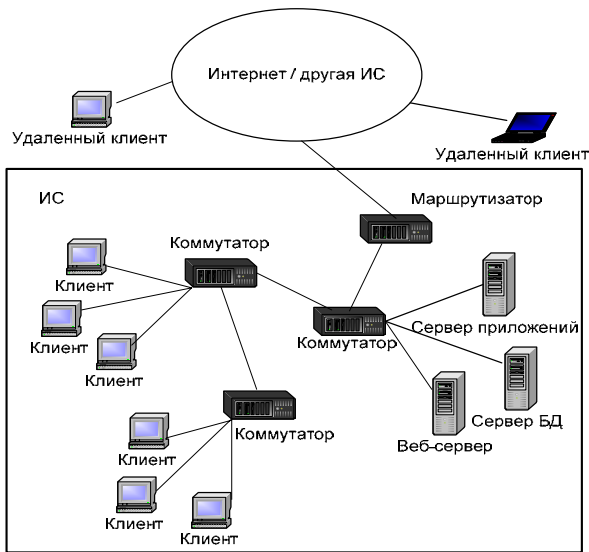


Рис. 2. Аппаратная составляющая ИС

В качестве основных критериев выбора компонента ИС могут использоваться:

- 1) стоимость;
- 2) производительность;
- 3) надежность и отказоустойчивость;
- 4) масштабируемость и др.

**Задача многокритериальной оптимизации.** Вышеперечисленные критерии показывают, что выбор какого-либо компонента ИС всегда является сложной задачей, которую можно рассматривать как задачу многокритериальной оптимизации.

В математической постановке это означает, что необходимо обосновать выбор одного из решений  $X$  из области  $W_X$  области допустимых решений. При этом каждый вариант решения оценивается совокупностью критериев  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , которые могут быть взвешены коэффициентами относительной важности  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$  [1]. Здесь критерии  $f_q, q = 1, n$  называются локальными, каждый из них характеризует некоторую локальную цель решения; они образуют интегральный критерий  $F = \{Fq\}$ ; коэффициенты  $\lambda_q, q = 1, p$  образуют вектор важности  $\Lambda = \{\lambda_q\}$ . Оптимальное в этих условиях решение должно удовлетворять соотношению [1]

$$\bar{F} = \bar{F}(X) = \underset{X \in W_X}{\text{optim}}(F(X), \Lambda). \quad (1)$$

Эффективным методом для решения такого типа задач является метод свертывания векторного критерия, использующий принцип последовательной уступки и позволяющий найти оптимальное значение интегрального критерия, когда некоторые из критериев необходимо максимизировать, а остальные минимизировать. Тогда выражение (1) примет вид

$$\text{optim} \bar{F} = \max_{F \in W_F^K} \left[ \left( \prod_{q=1}^l f_q \right) \left( \prod_{q=l+1}^k f_q \right)^{-1} \right], \quad (2)$$

где  $f_q, q = \overline{1, l}$  – локальные критерии, которые необходимо максимизировать;  $f_q, q = \overline{l+1, k}$  – критерии, которые необходимо минимизировать.

Для решения поставленной задачи необходимо провести нормализацию критериев: вместо действительных значений критериев  $f_q$  рассматриваются безразмерные величины

$$F_q^{(H)} = \frac{f_q}{f_q^{(H)}}, \quad q = \overline{1, k}, \quad (3)$$

где в знаменателе расположены компоненты идеального вектора – вектора с идеальными значениями критериев  $F^{(H)} = \{f_1^{(H)}, f_2^{(H)}, \dots, f_k^{(H)}\}$  [1].

В качестве идеального вектора принимается вектор, элементами которого являются максимально возможные значения каждого из локальных критериев  $F^{(H)} = F_{\max} = \{f_{1\max}, f_{2\max}, \dots, f_{k\max}\}$ .

Ряд приоритетов локальных критериев  $R = \{1, 2, \dots, k\}$  является упорядоченным множеством индексов. Критерии, индексы которых слева, доминируют над критериями, индексы которых справа. Приоритеты критериев могут быть заданы также вектором приоритетов  $\bar{\Lambda} = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$ , компоненты которого суть отношения, определяющие степень превосходства по важности двух соседних критериев. Весовой вектор  $\bar{\alpha} = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\}$  представляет собой  $k$ -мерный вектор, компоненты которого связаны соотношением  $0 \leq \alpha \leq 1$  ( $q = \overline{1, k}$ ;

$$\sum_{q=1}^k \alpha_q = 1).$$

Компонент  $\alpha_i$  вектора  $\bar{\alpha}$  – это весовой коэффициент, определяющий относительное превосходство критерия  $f_q$  над всеми остальными. Компоненты векторов  $\bar{\Lambda}$  и  $\bar{\alpha}$  связаны соотношением

$$\lambda = \frac{\alpha_q}{\alpha_{q+1}}, \quad (4)$$

$$\text{где } \alpha_q = \prod_{i=q}^k \lambda_i \left( \sum_{q+1}^k \prod_{i=q}^k \lambda_i \right) \text{ при } \lambda_q = 1. \quad (5)$$

**Обоснование выбора ЦП для сервера ИС.** Примером использования метода многокритериальной оптимизации может служить задача обоснования выбора ЦП для серверов ИС.

Выбор вычислительной машины (ВМ) в качестве клиента или сервера является сложной задачей, так как любая ВМ состоит из множества компонентов, от которых в целом зависят ее возможности. Эту задачу можно облегчить, рассматривая ее как задачу выбора ЦП, так как от его производительности, в основном, зависит производительность ВМ.

На рынке вычислительной техники (ВТ) предлагаются модели ЦП разных производи-

телей. Основная борьба ведется между двумя американскими компаниями AMD и Intel.

Для иллюстрации задачи обоснования выбора ЦП применительно к серверам нижнего уровня ИС рассматриваются двухядерные процессоры AMD Opteron и Intel Xeon.

Для сравнения процессоров выбираются следующие критерии:

- 1) стоимость;
- 2) производительность (количество обработанных запросов в единицу времени);
- 3) надежность (энергопотребление).

В [2] приведены результаты теста на производительность, проведенного для процессоров Intel Xeon и AMD Opteron. Для тестирования были выбраны две машины: Macromedia ColdFusion MX с установленной виртуальной машиной Java (JVM) и машина с платформой Microsoft .NET. В задаче применяются данные о производительности двух моделей на машине под технологией Microsoft .NET. Результаты тестирования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты тестирования двух ЦП для серверов

Критерии	Xeon	Opteron
Среднее время (меньше лучше)	310,33	338
Количество обработанных запросов (больше лучше)	86525	79483
Среднее количество запросов в секунду (больше лучше)	96,14	88,32

В качестве характеристики производительности далее принято количество обработанных запросов.

По данным [3], стоимость ЦП:

1) Intel Xeon 3600MHz (2 MB, 800MHz) BOX – 14328,00 руб.;

2) AMD Opteron Server 250 (1MB L2, 2400MHz) OEM OSA250FAA5BL – 10248 руб.

В качестве показателя надежности выбирается энергопотребление: показано, что чем больше энергии потребляет процессор, тем больше тепла он выделяет, следовательно, больше вероятность его перегрева и выхода из строя. Компании предлагают разные средства для защиты своих изделий от сбоев при повышении температуры. Некоторые средства справляются со своей задачей, некоторые нет. Поэтому можно рассматривать энергопотребление как параметр, косвенно определяющий уровень надежности ЦП как при отсутствии, так при присутствии таких средств.

Так, из-за отсутствия прямых данных в качестве показателя надежности ЦП используются данные об энергопотреблении для процессоров Intel Core 2 Duo E6400 и AMD Athlon 64 X2 5000+, приведенные в [4] (табл. 2).

Таблица 2. Результаты тестов энергопотребления

Критерии	Intel, ВТ	AMD, ВТ
Энергопотребление в режиме бездействия	50	80
Максимальное энергопотребление при нагрузке	20	120

В соответствии с этими данными среднее значение энергопотребления процессоров принимается равными 85 и 100 Вт соответственно.

Опираясь на полученные значения критериев, можно выполнить сравнение ЦП по приведенной методике. При этом рассматриваются два варианта.

1. *Стоимость важнее производительности и надежности.*

Вектор  $F$ , соответственно, принимает вид:

1) для процессоров от AMD  $F = (10248,00 \text{ руб.}, 79483 \text{ Запрос/с}, 100 \text{ Вт})$ ;

2) для процессоров от Intel  $F = (14328,00 \text{ руб.}, 86525 \text{ Запрос/с}, 85 \text{ Вт})$ .

Идеальный вектор –  $F = (14328,00 \text{ руб.}, 86525 \text{ Запрос/с}, 85 \text{ Вт})$ . По формуле (3) он даст следующие значения локальных критериев соответственно:

1) для Opteron  $F = (0,72; 0,92; 1)$ ;

2) для Xeon  $F = (1; 1; 1,2)$ .

По формуле (4) получатся следующие значения:  $\alpha_1 = 0,4$ ;  $\alpha_2 = 0,4$ ;  $\alpha_3 = 0,2$ .

По формуле (5) получатся следующие значения интегрального критерия  $F$ , соответственно:

1) для Opteron  $F = 0,53$ ;

2) для Xeon  $F = 0,24$ .

2. *Производительность и надежность важнее стоимости.*

Вектор  $F$ , соответственно, принимает вид:

1) для процессоров от AMD  $F = (79483 \text{ Запрос/с}, 100 \text{ Вт}, 10248,00 \text{ руб.})$ ;

2) для процессоров от Intel  $F = (86525 \text{ Запрос/с}, 85 \text{ Вт}, 14328,00 \text{ руб.})$ .

Идеальный вектор –  $F = (86525 \text{ Запрос/с}, 100 \text{ Вт}, 14328,00 \text{ руб.})$ . Он даст следующие значения локальных критериев, соответственно:

1) для Opteron  $F = (0,92; 0,72; 1)$ ;

2) для Xeon  $F = (1; 1; 1,2)$ .

По формуле (4) получится  $\alpha_1 = 0,4$ ;  $\alpha_2 = 0,4$ ;  $\alpha_3 = 0,2$ .

Значения интегрального критерия  $F$  для ЦП:

1) для Opteron  $F = 0,16$ ;

2) для Xeon  $F = 0,24$ .

Из этого следует, что в данных условиях процессор Xeon предпочтительнее процессора Opteron. Таким образом, при формировании вычислительной платформы ИС может быть отдано предпочтение как одному, так и другому типу процессоров: процессоры AMD предпочтительнее при условии, что стоимость играет более важную роль, чем производительность и надежность; если же производительность и надежность важнее стоимости, то

предпочтительнее серверы на основе процессоров Intel.

Приведенный пример показывает, что обоснование выбора компонента ИС на основе решения задачи многокритериальной оптимизации делает создание ИС более корректным: обосновав выбор с помощью корректных методик и расчетов, учитывающих все возможные варианты решения и критерии выбора,

Аль-самави Яхья Али,  
Владимирский государственный университет,  
аспирант,  
e-mail: ysamawi@hotmail.com

можно не сомневаться в правильности принятого на их основе решения.

#### Список литературы

1. **Костров А.В., Александров Д.В.** Уроки информационного менеджмента. – М.: Финансы и Статистика, 2005.
2. **Интел** и AMD: сравнение производительности в web-приложениях // [http://www.compdoc.ru/comp/cpu/compare\\_webpril/](http://www.compdoc.ru/comp/cpu/compare_webpril/)
3. <http://www.formoza-ural.ru/shop.php?katid=5>
4. Чеканов Д. Энергопотребление компьютера: AMD против Intel // <http://www.thq.ru/>