

## Подход к выбору варианта модернизации сервера ЛВС

# 02, февраль 2013

DOI: 10.7463/0213.0535392

Постников В. М., Спиридонов С. Б.

УДК 004.056.5

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

[spirid@bmstu.ru](mailto:spirid@bmstu.ru)

**Введение.** Автоматизированные системы обработки информации и управления (АСОИУ), построенные на базе ЛВС, широко используют практически во всех областях человеческой деятельности. Одним из основных компонентов этих систем является сервер, включающий комплекс аппаратных и программных средств, на котором хранится вся информация. Поэтому к серверу предъявляются особые требования по обеспечению требуемой производительности, надежности, наращиваемости, простоте настройки рабочих параметров для обеспечения информационной безопасности и удобства промышленной эксплуатации.

Статистика, собираемая в процессе работы сервера [1-3], позволяет оценить характеристики его функционирования, выявить «узкие места» и наметить пути их устранения с целью дальнейшего увеличения производительности сервера. При этом следует иметь в виду, что проблема устранения «узких мест» сервера является довольно сложной [4], и требует, как правило, проведения комплекса работ, направленных на настройку рабочих параметров сервера квалифицированными специалистами. По мере развития АСОИУ происходит увеличение числа пользователей и расширение функциональных возможностей системы за счет установки и активного использования современных программных средств, необходимых для удовлетворения постоянно растущих потребностей пользователей. Однако, технические средства сервера, из-за бурного развития вычислительной техники, довольно быстро функционально стареют, и при любом варианте настройки рабочих параметров порой уже не в состоянии соответствовать требованиям новых программных средств и являются сдерживающим фактором развития АСОИУ [4]. Поэтому необходима замена работающего сервера на более совершенный..

Практика работы показывает, что обычно замена оборудования АСОИУ осуществляется группой специалистов отдела эксплуатации и развития. При этом для выбора компонент АСОИУ довольно часто используют методы экспертного анализа [5, 6].

При использовании этого подхода сначала специалисты совместно формируют исходные альтернативные варианты модернизации сервера, а затем, используя классический метод экспертной оценки, отдельно проводят экспертное сравнение и ранжирование отобранных вариантов. После этого все варианты упорядочивают по суммарной величине набранных ими рангов у экспертов. Наилучшим вариантом считают тот вариант, который набирает наименьшую сумму рангов (имеет наименьшую сумму мест) у всех экспертов [7, 8].

Предлагается усовершенствовать данный подход для обеспечения более детальной и обоснованной оценки выбора наилучшего варианта модернизации сервера.

Суть предлагаемого подхода состоит в том, что, после ранжирования всех исходных вариантов по степени их предпочтительности, следует выделить среди них в упорядоченном ряду вариантов, группу лучших вариантов, далее именуемых перспективными альтернативными вариантами, которые подлежат дальнейшему детальному сравнению лицом принимающим решение (ЛПР) с использованием методов теории принятия решения.

**Постановка задачи.** Для лица принимающего решение (ЛПР) необходимо разработать требования к количественному составу перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера ЛВС, а также дать рекомендации по использованию методов и критериев теории принятия решений для проведения сравнительной оценки этих вариантов, их ранжирования и выбора среди них наилучшего варианта.

**Решение задачи.** Анализ ряда работ [4, 9-11] показал, что возможны различные подходы к выбору числа перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера, которые должно сравнить ЛПР и выбрать среди них наилучший вариант. Так количество перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера:

- должно быть не более числа основных подсистем сервера, которые могут быть его «узким местом», т.е., как правило, не более 5 [4];
- не целесообразно брать более 5, поскольку наибольшее распространение для детального сравнения объектов, характеризующихся количественными и качественными показателями, получили удобные для практического использования вербально-числовые шкалы с пятью уровнями градаций [9];
- согласно принципу Гештальта должно быть не более 7. При большом числе вариантов, они, как правило, несущественно отличаются по основным параметрам, но при

этом резко увеличиваются затраты на проведение сравнительного анализа и ранжирования вариантов с целью выбора наилучшего варианта [10];

- должно быть в пределах трех, что позволит достаточно корректно и четко отразить все сильные, умеренные и слабые стороны рассматриваемых вариантов при большом числе параметров сравнения [11];

- должно быть рациональным согласно теории вероятности и элементов математической статистики. За основу такого подхода следует взять аналогию между альтернативными вариантами (выборками), имеющими место в статистических исследованиях, и оценками (баллами или рангами), которые дают им эксперты при проведении экспертного анализа.

Из курса статистики [12] известно, что средняя ошибка выборки ( $\mu$ ) – это среднее квадратическое отклонение всех возможных значений выборочной средней от своего математического ожидания. Тогда ( $\mu^2$ ) – это дисперсия возможных значений выборочной средней. В курсе математической статистики показано, что величина ( $\mu^2$ ) в  $n$  раз меньше дисперсии ( $\sigma^2$ ) в генеральной совокупности, где  $n$  – объем выборки. Следует иметь в виду, что все это справедливо в условиях нормально распределенной генеральной совокупности.

Поэтому при большом объеме выборки справедливо следующее выражение:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (1)$$

При малом объеме выборки, когда  $n < 30$ , выражение (1), согласно теории математической статистики, заменяют на выражение (2)

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n-1}} \quad (2)$$

После преобразований выражений (1) и (2) и замены объема выборки ( $n$ ) на количество альтернативных вариантов ( $m$ ) соответственно имеем

$$m = \frac{\sigma^2}{\mu^2} \text{ если количество альтернативных вариантов } m > 30 \quad (3)$$

$$m = \frac{\sigma^2}{\mu^2} + 1 \text{ если количество альтернативных вариантов } m < 30 \quad (4)$$

Как правило, на практике количество альтернативных вариантов, которые обычно сравнивает ЛПР, всегда удовлетворяет выражению (4). Предварительную оценку характеристик функционирования альтернативных вариантов эксперты обычно получают с использованием разных методов, в том числе и методов моделирования, при значениях  $(\mu^2/\sigma^2)$  в пределах 0,2 – 0,5. В этом случае, согласно выражению (4), количество перспективных альтернативных вариантов, подлежащих сравнению ЛПР, должно быть в пределах 3 – 6, что очень хорошо согласуется с приведенными ранее результатами.

В связи с этим можно считать, что рациональное количество перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера, подлежащих детальному сравнению ЛПР, должно быть в пределах 3 – 5.

Анализ работ по теории принятия решений [13-18] показал, что для сравнения и ранжирования перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера, в условиях полной определенности, ЛПР следует использовать следующие методы.

1. Метод интегрального критерия, основанный на аддитивной свертке локальных критериев [13, 14, 15].
2. Метод интегральной технико-экономической оценки [16]
3. Метод технико-эксплуатационной оценки конкурентоспособности [17, 18]

Рассмотрим особенности практического использования этих методов при выборе варианта модернизации сервера.

**Использование метода интегрального критерия предусматривает выполнение следующих этапов.**

На первом этапе формируем набор локальных критериев, в качестве которых обычно используют паспортные технические и эксплуатационные параметры сервера.

На втором этапе из исходного набора альтернативных вариантов сервера формируем набор недоминируемых вариантов, т.е. вариантов, входящих в множество Парето, среди которых и выбираем наилучший вариант. Для отсева неэффективных альтернативных вариантов, которые не лучше других рассматриваемых вариантов по всем локальным критериям используем метод отбора Парето оптимальных вариантов. Такой подход позволяет сократить число вариантов, подлежащих дальнейшему сравнению. Для практической реализации этого метода следует использовать следующий алгоритм

1. Строим таблицу исходных вариантов серверов, подлежащих сравнению В этой таблице указываем  $x_{ij}$  - значение  $i$ -го локального критерия  $j$ -го варианта.

2. Строим Парето –оптимальную квадратную матрицу  $A$  размером  $m$  на  $m$  где  $m$  – количество сравниваемых вариантов Присваиваем диагональным элементам матрицы значения равные нулю, а элементам  $a_{ij}$  следующие значения:

$a_{ij} = 1$  если вариант  $B_i$  предпочтительнее варианта  $B_j$  по всем критериям;

$a_{ij} = 0$  если вариант  $B_i$  уступает варианту  $B_j$  хотя бы по одному критерию

Если в  $j$ -ом столбце матрица  $A$  все нули, то соответствующие варианты относим к Парето- оптимальным, а если хотя бы есть одна единица, то вариант отбрасываем из дальнейшего рассмотрения как неэффективный

На третьем этапе вычисляем коэффициенты важности локальных критериев. Для этого целесообразно использовать метод базового локального критерия. В этом случае используем следующий порядок действий:

1. Разбиваем все множество локальных критериев на группы важности, при этом самые несущественные критерии относим к первой группе (базовой).
2. Составляем уравнение нормировки локальных критериев, согласно которому сумма коэффициентов важности всех локальных критериев должна быть равна единице.

$$\sum_{i=1}^m n_i \cdot k_i \cdot \alpha = 1 \quad (5)$$

Где  $m$  - количество групп важности локальных критериев;

$n_i$  - количество локальных критериев, которые входят в состав  $i$ - ой группы

$k_i$  - коэффициент, который показывает степень превосходства критериев  $i$ - ой группы по

сравнению с критерием (или критериями) первой (базовой) группы, при этом  $k_1 = 1$

$\alpha$  - коэффициент важности базового критерия (или критериев базовой группы).

3. Определяем коэффициент важности критериев базовой группы

$$\alpha = \left( \sum_{i=1}^m n_i \cdot k_i \right)^{-1} \quad (6)$$

4. Определяем коэффициенты важности ( $\alpha_i$ ) локальных критериев  $i$ - ой группы по формуле

$$\alpha_i = \alpha \cdot k_i \quad (7)$$

Далее выполняем проверку условия нормировки локальных критериев  $\sum_i \alpha_i = 1$

Вычисленные по формуле (7) коэффициенты важности локальных критериев показывают степень превосходства одних критериев перед другими.

На четвертом этапе определяем коэффициенты нормализации локальных критериев ( $K_{ij}$ ) и формируем интегральный критерий ( $Y_j$ ) для оценки обобщенного показателя  $j$ -го варианта модернизации сервера.

$K_{ij}$  - коэффициент нормализации, определяет уровень соответствия  $i$ -го локального критерия ( $i$ -го параметра сервера)  $j$ -ого варианта сервера наилучшему значению.  
 $0 < K_{ij} \leq 1$

При нормализации критериев типа, чем больше, тем лучше, например, число процессоров, число ядер процессора и т. д, коэффициент нормализации определяют из следующего выражения

$$K_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i^+} \quad (8)$$

Для нормализации критериев типа чем больше, тем хуже, например, габариты, стоимость и.т.д. коэффициент нормализации определяют из следующего выражения:

$$K_{ij} = \frac{X_i^-}{X_{ij}} \quad (9)$$

Где  $X_i^+ = \max_j X_{ij}$  - значение  $i$ -го локального критерия, соответствующее максимальному значению среди сравниваемых вариантов.

$X_i^- = \min_j X_{ij}$  - значение  $i$ -го локального критерия, соответствующее минимальному значению среди сравниваемых вариантов решения

При наличии качественных показателей сравнения вариантов модернизации серверов необходимо использовать вербально-числовые шкалы, позволяющие осуществлять перевод качественных значений в количественные. Примеры таких шкал приведены в табл. 1

Типовые вербально–числовые шкалы

Вариант шкалы	Качественная оценка				
	Отлично	Очень хорошо	Хорошо	Удовлетворительно	Посредственно
	Количественная оценка				
1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
2	1	0,85	0,75	0,6	0,4
3	1	0,8	0,6	0,4	0,2

В качестве интегрального критерия используем аддитивную свертку локальных критериев, т.е. взвешенную сумму локальных критериев, которую вычисляем по следующей формуле:

$$Y_j = \sum_i^n \alpha_i K_{ij} \quad j = 1, \dots, m \quad (10)$$

В данном случае интегральные критерии показывают относительную эффективность функционирования сравниваемых вариантов серверов, полученную на основе детального сравнительного анализа их паспортных технических параметров.

На пятом этапе выбираем наилучший вариант ( $k$ ) модернизации сервера из набора сравниваемых вариантов, учитывая результаты полученные с использованием выражения (10), по следующей формуле

$$Y_k = \max_j Y_j \quad (11)$$

**Использование метода интегральной технико-экономической оценки предусматривает выполнение следующих этапов.**

На первом этапе рассчитываем планируемый годовой полезный эффект. ( $W_j$ ) от будущей эксплуатации каждого  $j$ -го варианта модернизации сервера (например, количество выполненных запросов или транзакций) с учетом возможных простоев из-за отказов и сбоев.

На втором этапе определяем интегральный показатель качества ( $I_j$ ) для каждого  $j$ -го альтернативного варианта модернизации сервера по формуле

$$I_j = W_j / Z_j \quad (12)$$

Где  $Z_j$  - полные годовые затраты на реализацию альтернативного варианта, включающие амортизационные расходы сервера, полные эксплуатационные расходы, заработанную плату и т.д.

На третьем этапе рассчитываем интегральный показатель качества ( $I_0$ ) исходного (базового), т.е. варианта, находящегося в эксплуатации..

На четвертом этапе определяем уровень качества ( $Y_j$ ) каждого j-го варианта модернизации сервера, по сравнению с базовым вариантом, по следующей формуле:

$$Y_j = I_j / I_0 \quad (13)$$

На пятом этапе по показателю уровень качества определяем наилучший вариант модернизации сервера ( $k$ ) среди сравниваемых вариантов, включая и исходный вариант, по следующей формуле:

$$Y_k = \max_{j \in m} Y_j \quad (14)$$

При этом значение  $Y_k$  обязательно должно быть больше единицы, поскольку технико-экономическая оценка эффективности функционирования сервера должна постоянно улучшаться.

**Использование метода технико-эксплуатационной оценки конкурентоспособности предусматривает последовательное выполнение следующих этапов**

На первом этапе рассчитываем технико-эксплуатационный показатель конкурентоспособности ( $q_{ij}$ ) i- го локального критерия для каждого j-го варианта модернизации сервера по сравнению с исходным вариантом по формуле

$$q_{ij} = X_{ij} / X_{i0} \quad (15)$$

Где  $X_{ij}$  - значение технико-эксплуатационного показателя i- локального критерия j- варианта модернизации;

$X_{i0}$  - значение технико-эксплуатационного показателя i- локального критерия исходного варианта сервера.

На втором этапе рассчитываем общий показатель конкурентоспособности ( $Q_j$ ) для каждого j-го варианта модернизации сервера по формуле

$$q_j = \sum_i^n \alpha_i q_{ij} \quad (16)$$

Где  $\alpha_i$  - коэффициент важности  $i$ - локального критерия, который можно определить согласно подходу, описанному при рассмотрении метода модернизации сервера с помощью интегрального критерия.

На третьем этапе рассчитываем показатель экономической эффективности ( $I_{эj}$ )  $j$ -го варианта модернизации сервера по сравнению с исходным вариантом по следующей формуле

$$I_{эj} = Z_j / Z_0 \quad (17)$$

Где  $Z_j$  - полные годовые затраты на реализацию альтернативного варианта, включающие амортизационные расходы сервера, полные эксплуатационные расходы, заработанную плату и т.д.

$Z_0$  - полные годовые затраты исходного варианта, включающие амортизационные расходы сервера, полные эксплуатационные расходы, заработанную плату и т.д.

На четвертом этапе рассчитываем интегральный показатель относительной технико-экономической эффективности конкурентоспособности альтернативного варианта модернизации сервера, по сравнению с исходным, по формуле:

$$Q_j = q_j / I_{эj} \quad (18)$$

На пятом этапе выбираем вариант модернизации ( $k$ ), для которого интегральный коэффициент конкурентоспособности принимает максимальное значение.

$$Q_k = \max_j Q_j \quad (19)$$

Следует иметь в виду, что для всех рассмотренных методов в качестве локальных критериев можно использовать следующие технические параметры сервера [19 - 23]:

- тактовая частота процессора, количество процессоров и ядер;
- тактовая частота, задержки и объемы Кэш памяти уровней L1, L2 и L3;
- тактовая частота и разрядность внешней шины процессора;
- тактовая частота, разрядность, количество каналов и объем оперативной памяти;
- тактовая частота и разрядность шин семейства PCI;
- характеристики интерфейса жесткого диска;
- скорость вращения шпинделя жесткого диска;
- среднее время доступа к цилиндру диска;

- объем памяти Кэш диска и самого диска;
- количество дисковых накопителей и т. д.

Дадим рекомендации по использованию методов принятия решений для проведения сравнительного анализа альтернативных вариантов модернизации сервера.

1. Метод интегрального критерия целесообразно использовать при большом числе локальных критериев, которые используют для детального сравнения перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера.
2. Метод интегральной технико-экономической оценки целесообразно использовать при необходимости обоснования выбора не только технической, но и экономической эффективности варианта модернизации сервера.
3. Метод технико-эксплуатационной оценки конкурентоспособности целесообразно использовать при необходимости обоснования выбора перспективного, с точки зрения промышленной эксплуатации, варианта модернизации сервера.

Пример.

Рассмотрим пример, который носит иллюстративный характер и служит лишь для демонстрации использования метода интегрального критерия.

Группа экспертов провела сравнительный анализ современных серверов рабочей группы и выделила для ЛПР, с целью дальнейшего детального исследования, три сервера в качестве перспективных вариантов модернизации существующего сервера. Ранжирование серверов экспертами имеет следующий вид  $C1 \succ C2 \succ C3$ , т.е. сервер  $C1$  они считают наилучшим. Рассматриваемые серверы имеют одинаковую стоимость. Паспортные технические параметры серверов  $C1, C2$  и  $C3$  приведены в табл. 4, а все необходимые пояснения даны после табл. 4.

## Паспортные технические параметры серверов

№	Наименование параметра	Серверы		
		C1	C2	C3
1	Количество процессоров	1	1	1
2	Количество ядер в процессоре	2	2	2
3	Тактовая частота процессора (и ядра) (ГГц)	3,6	3,2	3,0
4	Суммарная тактовая частота ядер (ГГц)	7,2	6,4	6,0
5	Суммарная тактовая частота разгона ядер (ГГц)	7,8	7,2	7,0
6	Опорная частота тактового генератора (МГц)	100	100	100
6	Пропускная способность шины QPI (Гбайт/с)	25,6	25,6	19,2
7	Кэш 1, задержка доступа (нс)	1,11	1,25	1,33
8	Кэш 1-процессор, пропускная способность (Гбайт/с)	115,2	102,4	96,0
9	Объем Кэш 1 одного ядра (кбайт)	64	64	64
10	Кэш 2, задержка доступа (нс)	4,44	5,0	5,32
11	Кэш 2-Кэш 1, пропускная способность шины (Гбайт/с)	57,6	51,2	48,0
12	Суммарный объем ядер Кэш 2 (Мбайт)	2+2=4	2+2=4	1+1=2
13	Кэш 3, задержка доступа (нс)	10,0	11,25	12,0
14	Кэш 3-Кэш 2, пропускная способность (Гбайт/с)	28,8	25,6	24,0
15	Объем Кэш 3 процессора (Мбайт)	8	8	12
16	Оперативная память (ОП), тип	DDR3 - 1600	DDR3 - 1600	DDR3 - 1333
17	ОП, тактовая частота (МГц)	200	200	166
18	ОП, задержка при случайном доступе (нс)	25,0	25,0	30,0
19	ОП, количество каналов передачи данных	2	4	4
20	ОП, разрядность канала (байт)	8	8	8
21	ОП, частота работы канала передачи данных (МГц)	800	800	667
22	ОП, пропускная способность канала (Гбайт/с)	12,8	12,8	10,66
23	ОП, суммарная пропускная способность (Гбайт/с)	25,6	51,2	42,64
24	ОП, объем (Гбайт)	16	32	32
25	Шина PCI-E v2.0 количество каналов (пропускная способность канала 500 Мбайт/с)	8	8	10
26	Шина PCI-E v2.0 суммарная пропускная способность (Гбайт/с)	4	4	5
27	Диск, среднее время поиска цилиндра (мс)	6,5	6,0	5,0
28	Диск, частота вращения шпинделя (об/мин)	7200	10000	10000
29	Диск, тип интерфейса передачи данных	SATA2.0	Ultra 320 SCSI	Ultra 320 SCSI
30	Диск, пропускная способность интерфейса (Мбайт/с)	300	320	320
31	Количество дисков при RAID-1	2+2=4	2+2=4	2+2=4
32	Емкость диска (Гбайт)	500	500	500
33	Кэш диска (Мбайт)	32	64	64
34	Шина USB 3/0, количество портов (пропускная способность порта 600 Мбайт/с)	8	8	10
35	Шина USB 3/0, суммарная пропускная способность (Гбайт/с)	4,8	4,8	6

Процессоры серверов рабочей группы построены на основе технологии Intel Core третьего поколения и относятся к семейству Ivy Bridge , которое изготавливается по 22-нм техпроцессу. Процессоры являются полностью разблокированными, поэтому их базовая тактовая частота в принципе может быть увеличена до допустимой частоты разгона путем изменения коэффициента умножения опорной частоты тактового генератора [19 -21]

В процессорах используется шина QuickPath Interconnect (QPI), которая осуществляет связь между процессорами, ядрами и северным мостом материнской платы и заменила шину Front Side Bus (FSB). Шина QPI состоит из пары односторонних каналов. Для рассматриваемых серверов пропускная способность одного канала составляет 4,8 или 6,4 миллиарда передач в секунду. Одна передача содержит два байта полезной нагрузки, поэтому теоретическая пропускная способность одного канала составляет 9,6 или 12,8 Гбайт/с, а суммарная пропускная способность шины соответственно 19,2 или 25,6 Гбайт/с.

Задержка при случайном доступе к Кэш 1, Кэш 2 и Кэш 3 соответственно составляет 4, 16 и 36 тактов процессора. Передача данных между ядром процессора и Кэш 1, а также между Кэш 1 и Кэш 2 осуществляется по 32 байта, а между Кэш 2 и Кэш 3 по 16 байт. Тактовая частота шины процессор-Кэш 1 равна тактовой частоте процессора, а тактовая частота шин Кэш 1 – Кэш 2 и Кэш 2 – Кэш 3 равны половине тактовой частоты процессора.

Задержка доступа к оперативной памяти (ОП) при случайном доступе к ней составляет пять тактов ОП, а пропускная способность ОП ( $V_{Op}$ ) определяется по формуле

$$V_{Op} = F_K \cdot L_K \cdot K_{Op} \cdot K_K$$

Где  $F_K$  - частота работы канала ОП для передачи данных (МГц);

$L_K$  - разрядность канала (байт);

$K_{Op}$  - количество передач данных по каналу за один такт (для DDR 3 – две передачи);

$K_K$  - количество каналов передачи данных.

Из приведенных в табл 4 технических параметров серверов были отобраны в качестве локальных критериев сравнения 20 параметров, приведенных в табл 5, которые согласно [19-23 ] в полной мере отражают эффективность работы сервера .

Локальные критерии для сравнения серверов

№	Наименование локального критерия	Значение локального критерия		
		C1	C2	C3
X1	Суммарная тактовая частота ядер (ГГц)	7,2	6,4	6,0
X2	Суммарная тактовая частота разгона ядер (ГГц)	7,8	7,2	7,0
X3	Пропускная способность шины QPI (Гбайт/с)	25,6	25,6	19,2
X4	Кэш 1, задержка доступа (нс)	1,11	1,25	1,33
X5	Кэш 1-процессор, пропускная способность (Гбайт/с)	115,2	102,4	96,0
X6	Кэш 2, задержка доступа (нс)	4,44	5,0	5,32
X7	Кэш 2-Кэш 1, пропускная способность шины (Гбайт/с)	57,6	51,2	48,0
X8	Суммарный объем Кэш 2 для двух ядер (Мбайт)	4,0	4,0	2,0
X9	Кэш 3, задержка доступа (нс)	10,0	11,25	12,0
X10	Кэш 3-Кэш 2, пропускная способность (Гбайт/с)	28,8	25,6	24,0
X11	Объем Кэш 3 процессора (Мбайт)	8,0	8,0	12,0
X12	ОП задержка при случайном доступе (нс)	25,0	25,0	30,0
X13	ОП, суммарная пропускная способность (Гбайт/с)	25,6	51,2	42,64
X14	ОП, объем (Гбайт)	16,0	32,0	32,0
X15	Шина PCI-E v2.0 суммарная пропускная способность (Гбайт/с)	4,0	4,0	5,0
X16	Диск, среднее время поиска цилиндра (мс)	6,5	6,0	5,0
X17	Диск, частота вращения шпинделя (об/мин)	7200	10000	10000
X18	Диск, пропускная способность интерфейса (Мбайт/с)	300	320	320
X19	Кэш диска (Мбайт)	32	64	64
X20	Шина USB 3/0 суммарная пропускная способность (Гбайт/с)	4,8	4,8	6

Коэффициенты важности локальных критериев выбираем по методу базового критерия. Для этого разбиваем их на группы важности с учетом работ [19-23]. В первую группу включаем следующие шесть локальных критериев ( X8, X11, X14, X15, X19 и X20), которые можно считать наименее значимыми из набора рассматриваемых критериев. Во вторую группу включаем одиннадцать локальных критериев (X2, X3, X4, X5, X6, X7, X9, X11, X12, X13 и X19 ), которые следует считать более значимыми по сравнению с первыми в два раза. В третью группу включаем три локальных критерия (X1, X16 и X17), которые следует считать более значимыми по сравнению с первыми в четыре раза. Поэтому имеем:

$m = 3$  - количество групп локальных критериев;

$n_1 = 6$   $n_2 = 11$   $n_3 = 3$  - количество локальных критериев, которые соответственно входят в состав 1- ой, 2-ой и 3-ей группы

$k_i$  - коэффициент, который показывает степень превосходства критериев  $i$ -ой группы по сравнению с критерием (или критериями) первой группы, при этом

$k_1 = 1$   $k_2 = 2$   $k_3 = 4$  - коэффициенты, которые соответственно показывает степень превосходства критериев 2-ой и 3-ей группы над критериями 1-ой группы.

Подставляя приведенные значения в выражение (5) имеем:

$$6 \cdot \alpha + 11 \cdot 2 \cdot \alpha + 3 \cdot 4 \cdot \alpha = 1, \text{ получаем } \alpha = 0,025$$

Подставляя вычисленное значение ( $\alpha$ ) в выражение (7) и получаем:

коэффициент важности локальных критериев первой группы равен  $\alpha_1 = 0,025$

коэффициент важности локальных критериев второй группы равен  $\alpha_2 = 0,05$

коэффициент важности локальных критериев третьей группы равен  $\alpha_3 = 0,1$

Нормированные значения локальных критериев, вычисленные по формулам (8) и (9), а также рассчитанные коэффициенты важности локальных критериев, приведены в табл.6

Таблица 6

Нормированные значения локальных критериев

Код локального критерия	Коэффициент важности локального критерия ( $\alpha_i$ )	Нормированное значение локального критерия		
		$K_{i1}$	$K_{i2}$	$K_{i3}$
X1	0,1	1	0,888	0,833
X2	0,05	1	0,923	0,897
X3	0,05	1	1	0,750
X4	0,05	1	0,888	0,833
X5	0,05	1	0,888	0,833
X6	0,05	1	0,888	0,883
X7	0,05	1	0,888	0,833
X8	0,025	1	1	0,5
X9	0,05	1	0,888	0,833
X10	0,05	1	0,888	0,833
X11	0,025	0,666	0,666	1
X12	0,05	1	1	0,833
X13	0,05	0,5	1	0,833
X14	0,025	0,5	1	1
X15	0,025	0,8	0,8	1
X16	0,1	0,769	0,833	1
X17	0,1	0,720	1	1
X18	0,05	0,937	1	1
X19	0,025	0,5	1	1
X20	0,025	0,8	0,8	1
$Y_j = \sum_i^n \alpha_i K_{ij}$		0,87985	0,91640	0,89018

Значения интегральных критериев, которые вычислены по формуле (10), приведены в последнем столбце табл. 6 и представляет собой аддитивную свертку локальных критериев. Ранжирование вариантов модернизации серверов проведенное согласно выражения (11) показывает, что сервера следует расположить в следующем порядке  $C2 \succ C3 \succ C1$ , при этом сервер  $C2$  является наилучшим из сравниваемых. Правда, расхождение в значениях интегрального критерия для рассматриваемых серверов составляет менее 5 %.

В данном случае интегральные критерии показывают относительную эффективность функционирования сравниваемых серверов, полученную на основе анализа их паспортных технических параметров.

### **Выводы**

1. Рассмотрены принципы формирования перспективных альтернативных вариантов модернизации сервера и даны рекомендации по выбору количественного состава этих вариантов.
2. Рассмотрены подходы к выбору наилучшего варианта модернизации сервера из набора перспективных вариантов с использованием методов теории принятия решений и даны рекомендации по использованию этих методов.
3. Приведен пример, иллюстрирующий возможность практического применения предложенного подхода к сравнению серверов и их ранжированию по уровню предпочтительности.

### **Список литературы**

1. Алиев О.М., Леонов Ю.Е. Администрирование в информационных системах. Махачкала: АЛЕФ, 2011. 132 с.
2. Беленькая Н.М., Малиновский С.Т., Яковенко И.В. Администрирование в информационных системах. М.: Горячая линия, Телеком, 2011. 400 с.
3. Вишневский А. Windows Server 2003. СПб.: Питер, 2004. 767 с. (Серия «Для профессионалов»).
4. Скотт Мюллер, Марк Соупер, Барри Сосински. Модернизация и ремонт серверов: пер. с англ. / перевод И.Б. Тараброва. М.: Вильямс, 2009. 976 с. [Scott Mueller, Mark Edward Soper, Barrie Sosinsky. Upgrading and Repairing Servers. Que Publishing, 2006. 1128 p.].
5. Ковалева В.В., Самарин Ю.Н. Выбор системы управления полиграфическим предприятием // КомпьюАрт. 2007. № 11. С. 61-65.
6. Ковалева В.В., Самарин Ю.Н. Системы управления полиграфическим предприятием // КомпьюАрт. 2007. № 12. С. 59-65.

7. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1974. 160 с.
8. Марголин Е. Методика обработки данных экспертного опроса // Полиграфия. 2006. № 5. С. 14-16.
9. Токарев Б.Е. Маркетинговые исследования. М.: ИНФРА-М, 2011. 512 с.
10. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. М.: Знание, 1985. 32 с.
11. Никифорова Н.А., Тифинцева В.Н. Управленческий анализ. М.: Юрайт, 2013. 442 с.
12. Теория статистики / под ред. Г.Л. Громыко. М.: ИНФРА-М, 2009. 476 с.
13. Мадера А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте. Руководство для будущих топ-менеджеров. М.: ЛКИ, 2010. 688 с.
14. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 400 с.
15. Михайлов В.И. Как принимать решения. СПб.: Питер. 2001. 200 с.
16. Зерний Ю.В., Польшаный А.Г., Якушин А.А. Управление качеством в приборостроении. М.: Новый центр, 2011. 479 с.
17. Беляев Е.И. Техничко-экономическое обоснование электронных средств. Рыбинск: РГТАУ им. П.А. Соловьева, 2012. 96 с.
18. Шамшин С.А., Свистунов А.В. Бухгалтерский учет. Муром: ВлГУ, 2011. 128 с.
19. Пахомов С. Материнская плата Gigabyte GA-B75M-D3H // Компьютер Пресс. 2012. № 5. С. 50 -51.
20. Пахомов С. Процессоры Intel Core третьего поколения // Компьютер Пресс. 2012. № 5. С. 68-71.
21. Пахомов С. Руководство по разгону процессоров на примере Intel Core i7-3770K // Компьютер Пресс. 2012. № 6. С. 64-71.
22. Петров С. Выбираем недорогой сервер для небольшой компании // PC Magazine. 2012. № 9. С. 63-68.
23. Белоус М, Денисов О. DDR3 SDRAM: память без узелков // PC Magazine. 2012. № 4. С. 52-69.

**Approach to selection of a way to upgrade a LAN server**

# 02, February 2013

DOI: 10.7463/0213.0535392

Postnikov V.M., Spiridonov S.B.

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation  
[spirid@bmstu.ru](mailto:spirid@bmstu.ru)

This article describes methods of decision-making theory which allow the decision maker to analyze various promising ways of upgrading a LAN server in detail and chose the best one; these ways are selected by a working group of experts. Recommendations are proposed on use of given methods in practice. A wide range of server's operating parameters is taken into account along with nameplate engineering data. Practical guidelines on numerical composition of initial promising variants of upgrading a LAN server are also given. An example that demonstrates potentials of the proposed method is provided in the article.

**Publications with keywords:** [server local area network](#), [development server](#), [parameters of server](#), [criterion of the choice server](#), [methods of reaching decision](#)

**Publications with words:** [server local area network](#), [development server](#), [parameters of server](#), [criterion of the choice server](#), [methods of reaching decision](#)

## References

1. Aliev O.M., Leonov Iu.E. *Administrirovanie v informatsionnykh sistemakh* [Administration in information systems]. Makhachkala, ALEF, 2011. 132 p.
2. Belen'kaia N.M., Malinovskii S.T., Iakovenko I.V. *Administrirovanie v informatsionnykh sistemakh* [Administration in information systems]. Moscow, Goriachaia liniia, Telekom, 2011. 400 p.
3. Vishnevskii A. *Windows Server 2003*. St. Petersburg, Piter, 2004. 767 p. (*Seriia «Dlia professionalov»* [Ser. "For professionals"]).
4. Mueller S., Soper M.E., Sosinsky B. *Upgrading and Repairing Servers*. Que Publishing, 2006. 1128 p. (Russ. ed.: Miuller S., Souper M., Sosinski B. *Modernizatsiia i remont serverov*. Moscow, Vil'iams, 2009. 976 p.).
5. Kovaleva V.V., Samarin Iu.N. Vybor sistemy upravleniia poligraficheskim predpriatiem [The choice of system of management of printing company]. *Komp'iuArt*, 2007, no. 11, pp. 61-65.

6. Kovaleva V.V., Samarin Iu.N. Sistemy upravleniia poligraficheskim predpriatiem [System of management of printing company]. *Komp'iuArt*, 2007, no. 12, pp. 59-65.
7. Beshelev S.D., Gurvich F.G. *Matematiko-statisticheskie metody ekspertnykh otsenok* [Mathematical and statistical methods of peer review]. Moscow, Statistika, 1974. 160 p.
8. Margolin E. Metodika obrabotki dannykh ekspertnogo oprosa [Methodology of data processing of expert survey]. *Poligrafiia*, 2006, no. 5, pp. 14-16.
9. Tokarev B.E. *Marketingovye issledovaniia* [Marketing research]. Moscow, INFRA-M, 2011. 512 p.
10. Emel'ianov S.V., Larichev O.I. *Mnogokriterial'nye metody priniatiia reshenii* [Multicriteria decision making methods]. Moscow, Znanie, 1985. 32 p.
11. Nikiforova N.A., Tifintseva V.N. *Upravlencheskii analiz* [Management analysis]. Moscow, Iurait, 2013. 442 p.
12. Gromyko G.L., et al. *Teoriia statistiki* [Theory of statistics]. Moscow, INFRA-M, 2009. 476 p.
13. Madera A.G. *Modelirovanie i priniatie reshenii v menedzhmente. Rukovodstvo dlia budushchikh top-menedzherov* [Modeling and decision-making in management. Guide for future top-managers]. Moscow, LKI Publ., 2010. 688 p.
14. Petrovskii A.B. *Teoriia priniatiia reshenii* [Decision theory]. Moscow, Publishing center "Akademiia", 2009. 400 p.
15. Mikhailov V.I. *Kak prinimat' resheniia* [How to make decisions]. St. Petersburg, Piter, 2001. 200 p.
16. Zernii Iu.V., Polyvanyi A.G., Iakushin A.A. *Upravlenie kachestvom v priborostroenii* [Quality management in instrument engineering]. Moscow, Novyi tsentr, 2011. 479 p.
17. Beliaev E.I. *Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie elektronnykh sredstv* [Feasibility study of electronic means]. Rybinsk, Solov'ev RSATU Publ., 2012. 96 p.
18. Shamshin S.A., Svistunov A.V. *Bukhgalterskii uchet* [Accounting]. Murom, VISU Publ., 2011. 128 p.
19. Pakhomov S. Materinskaia plata Gigabyte GA-B75M-D3H [Motherboard Gigabyte GA-B75M-D3H]. *Komp'iuter Press*, 2012, no. 5, pp. 50-51.
20. Pakhomov S. Protsessory Intel Core tret'ego pokoleniia [Intel Core processors of the third generation]. *Komp'iuter Press*, 2012, no. 5, pp. 68-71.
21. Pakhomov S. Rukovodstvo po razgonu protsessorov na primere Intel Core i7-3770K [Guide to overclocking the processor as an example Intel Core i7-3770K]. *Komp'iuter Press*, 2012, no. 6, pp. 64-71.
22. Petrov S. Vybiraiem nedorogoi server dlia nebol'shoi kompanii [Choose inexpensive server for a small company]. *PC Magazine*, 2012, no. 9, pp. 63-68.
23. Belous M, Denisov O. DDR3 SDRAM: pamiat' bez uzelkov [DDR3 SDRAM: memory without "reminders"]. *PC Magazine*, 2012, no. 4, pp. 52-69.