

УДК 681.32

**Г.Г. Сергеев, доцент, канд. техн. наук,**

**А.А. Брюховецкий, доцент, канд. техн. наук,**

**М.В. Удодова**

*Севастопольский национальный технический университет*

*Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053*

*Pu88@mail.ru*

## **ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ КОНФИГУРАЦИИ ЭВМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ**

*Предлагается методика выбора компонентов вычислительной системы на основе метода анализа иерархий. Приводятся результаты анализа мощности множества альтернатив и пути его сокращения.*

В настоящее время большинство систем управления построены на базе специализированных ЭВМ или ЭВМ общего назначения. Важной и актуальной задачей является выбор комплектующих вычислительной системы. Вопросам выбора конфигурации ЭВМ, системного программного обеспечения посвящен ряд работ различных авторов [1-4].

В большинстве исследований предлагаются методы, основанные на поиске точных решений с использованием математических методов анализа и синтеза сложных систем. Следует отметить, что исходные данные для математических моделей, как правило, получены с помощью статистических производственных или имитационных экспериментов. Это вносит элемент нестабильности в оценку параметров проектов новых систем.

Анализ известных методов, изложенных в [1,3], показал, что чувствительность решений к параметрам модели является в достаточной степени низкой для широкого спектра решаемых задач, т.е. можно предложить единое «Типовое проектное решение», для целого класса прикладных задач. Таким образом, поиск оптимального решения с помощью громоздкого математического аппарата не является целесообразным применительно к условиям данной задачи.

В настоящей статье предлагается методика определения конфигурации сервера баз данных на основе метода анализа иерархий и выполняется сравнительный анализ его результатов с результатами, полученными традиционным путем.

При выборе комплектации ЭВМ необходимо рассмотреть вопросы производительности, выбора процессора, дисковой подсистемы ввода/вывода и оценки трафика сети.

Основным вопросом при создании проекта является выбор критериев оптимальности.

Пусть, например,  $\{\xi\}$  – множество альтернатив, а  $\xi_i$  – некоторая определенная альтернатива, принадлежащая этому множеству:  $\xi_i \in \xi$ . Тогда считается, что для всех  $\xi_i$  может быть задана функция  $W(\xi_i)$ , которая называется критерием (критерием качества, целевой функцией, функцией предпочтения, функцией полезности и т.п.), обладающая тем свойством, что если альтернатива  $\xi_1$  предпочтительнее  $\xi_2$  (обозначается:  $\xi_1 > \xi_2$ ), то  $W(\xi_1) > W(\xi_2)$ . При этом выбор сводится к отысканию альтернативы с наибольшим значением критериальной функции.

Аппаратура ЭВМ представляет собой комплекс взаимосвязанных подсистем, каждая из которых вносит свой вклад в значение избранной функции  $q(\xi)$ . Пусть  $\psi$  – множество типов комплектующих и для каждого  $\psi_j \in \psi$  существует множество вариантов выбора  $\text{card } \psi_j$ . Таким образом, множество альтернатив  $\xi$  может быть сформировано как декартово произведение

$$\xi = \prod_i \prod_{j \neq i} \psi_i \times \psi_j \times \chi_i^j, \quad (1)$$

где  $\chi_i^j$  – отношение технической совместимости элементов множеств  $\psi_j$  и  $\psi_i$ .

На основании экспериментальных данных мощность множества  $\xi$  можно оценить примерно как

$$\text{card } \xi \approx 0,5 \cdot \prod_j \text{card } \psi_j,$$

что для реальных систем составляет достаточно большое (порядка 100000) число.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что прямой перебор всех альтернатив, даже при однокритериальной оценке – процедура трудоемкая и не эффективная.

В большинстве работ рассматривается методика оптимизации структуры ЭВМ по стоимости, минимизации времени ответа либо балансировании загрузки оборудования. Однако на практике использование лишь одного критерия для сравнения степени предпочтительности альтернатив оказывается неоправданным упрощением, так как более подробное их рассмотрение приводит к необходимости оценивать не по одному, а по многим критериям, которые могут иметь различную природу и качественно отличаться друг от друга. Следовательно, нужно применять метод, который учитывает множество критериев и позволяет сразу исключить заведомо неперспективные решения. Среди методов классического подхода наибольшей универсальностью и теоретической обоснованностью обладают методы теории полезности [3], методы теории нечетких множеств [4] и метод анализа иерархий (МАИ) [2]. При этом, алгоритмически наиболее простым из вышеперечисленных является метод анализа иерархий. Однако наиболее важным

ограничением на его применение являлось сравнительно малая (до 10) мощность множества альтернатив. Это связано с установленным психологами фактом, что обычному человеку трудно осуществлять рациональный выбор, если число объектов выбора превышает

$$\text{Card } \xi \geq 7 \pm 2. \quad (2)$$

На вход процедуры принятия решений поступают требования заказчика к проектируемой системе, выраженные в весовых коэффициентах матрицы значимости критериев. Согласно [2] оценка компонентов вектора приоритетов производится по схеме

|         | $\xi_1$   | ... | $\xi_n$   | X                                                     | B                    |
|---------|-----------|-----|-----------|-------------------------------------------------------|----------------------|
| $\xi_1$ | 1         | ... | $W_1/W_n$ | $x_1 = (1 * (W_1/W_2) * \dots * (W_1/W_n))^{1/n}$     | $B(A_1) = x_1 / S_x$ |
| ...     | ...       | 1   | $A_n$     | ...                                                   | ...                  |
| $\xi_n$ | $W_n/W_1$ | ... | 1         | $x_n = ((W_n/W_1) * \dots * (W_n/W_{n-1}) * 1)^{1/n}$ | $B(A_n) = x_n / S_x$ |
|         |           |     |           | $S_x = \sum_{i=1}^n x_i$                              |                      |

Здесь  $W_i$  – значения функции предпочтения

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня, вниз. Локальные приоритеты перемножаются на приоритет соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует элемент.

В начале определим критерии оценки альтернатив. Применительно к условиям задачи выбора их не так много: быстродействие, стоимость, надежность, объем памяти, объем жесткого диска, скорость передачи данных через сетевую карту, модем и т.п. Таким образом, матрица глобальных приоритетов критериев оценки критериев будет иметь размерность не более 10 (обычно 5 или 6), что удовлетворяет условию (2). Отметим, что это единственная матрица, значения которой формируются экспертом-заказчиком.

Очевидно, что применять МАИ ко всем элементам множества  $\xi$  невозможно, если бы эксперт был человек. Однако весовые коэффициенты альтернатив могут быть получены с помощью специализированных программных систем: SisoftSandra, 3dMark и др. Для приведения их в соответствие с требованиями МАИ можно использовать следующее соотношение

$$O_{10} = (10 * O_T) / O_{\max},$$

где  $O_{10}$  – оценка в 10-бальной системе счисления;  $O_T$  – оценка тестирования;  $O_{\max}$  – максимальная оценка.

При этом весьма важным является так называемый индекс согласованности (ИС), который дает информацию о степени нарушения согласованности. Вместе с матрицей парных сравнений имеем меру оценки степени отклонения от согласованности. Если такие отклонения превышают установленные пределы, то принятые решения могут быть не - оптимальными, т.е.

$$\text{ИС} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

где

$$l_{\max} = \sum_{i=1}^n x_i * y_i, \quad y_j = \sum_{i=1}^n A_{ij}.$$

Приемлемая величина ИС должна быть не более 10%. Даже, если бы было возможно протестировать все варианты  $\xi$ , сформированные на основании выражения (1), это заняло бы значительное время, не говоря уже о невозможности организовать это на практике. Но в этом нет необходимости так как выбор комплектующих можно осуществлять на основании локальной иерархии альтернатив. Пример такой иерархии в виде дерева, показан на рисунке 1. Мощность множества  $\xi$  определяется числом элементов в кроне дерева допустимых проектных решений.

Пусть  $\xi = \{\xi_1 \dots \xi_n\}$  – множество возможных решений. В соответствии с рисунком 1, после принятия решения о выборе типа операционной системы и программного обеспечения сервера системы управления базами данных, необходимо сформировать минимальные требования к аппаратуре, представленные в виде системы ограничений:

$$\begin{cases} V_{HDD} \geq V_{HDD}^{\min}, \\ V_{OP} \geq V_{OP}^{\min}, \\ \dots \\ n_{NET} \geq V_{NET}^{\min}. \end{cases} \quad (3)$$

Пусть множество вариантов  $\xi' \subseteq \xi$ , для которых справедливо условие (3). Из них совместимым является подмножество  $\xi'' \subseteq \xi'$ .

Таким образом, оптимальное решение в соответствии с требованиями заказчика следует искать среди элементов множества  $\xi''$ . Результаты приведенных ниже экспериментов показывают, что мощность множества  $\xi''$ , как правило, много меньше мощности множества  $\xi$ .

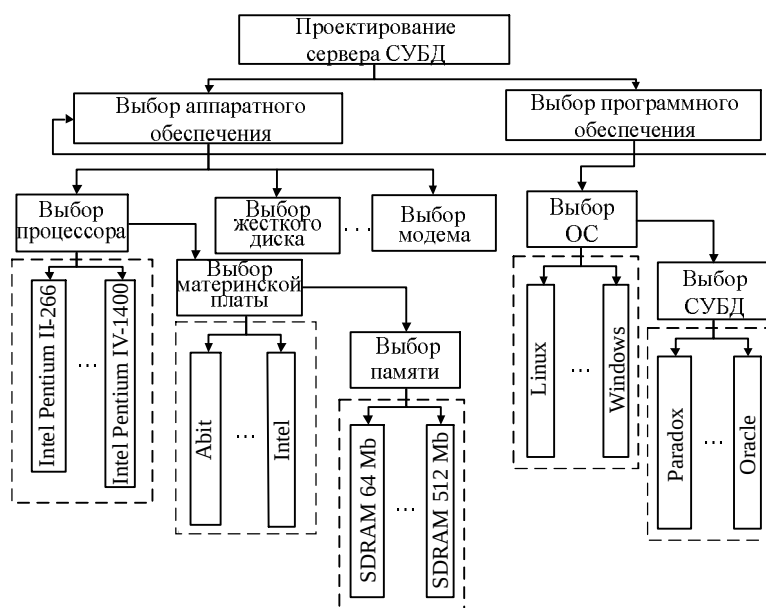


Рисунок 1 – Дерево допустимых решений

Например, согласно техническому заданию на проектирование сервера локальной сети СевНТУ ограничение формируется исходя из следующих соображений:

- емкость HDD должна быть более 20Gb;
- операционная система – Linux.

Исходные требования к системе заданы в виде матрицы весовых коэффициентов, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные требования к серверу школьной локальной сети

|                | Быстродействие | Надёжность | Стоимость |
|----------------|----------------|------------|-----------|
| Быстродействие | 1              | 1/ 4       | 1/ 9      |
| Надёжность     | 4              | 1          | 1/ 4      |
| Стоимость      | 9              | 4          | 1         |

На основании результатов запросов к базе данных типовых проектных решений мощность множества  $\xi'$  составляет 1458 вариантов, а множество  $\xi''$  – 486 вариантов.

После выполнения процедуры метода анализа иерархий получено оптимальное решение, представленное таблицей 2.

Таблица 2 – Оптимальная комплектация сервера школьной локальной сети

| Процессор   | Мат. плата | Память    | HDD       | Сетевая плата | ОС    | Модем    |
|-------------|------------|-----------|-----------|---------------|-------|----------|
| Celeron 300 | Asus       | SDRAM 256 | IBM 40 Gb | Surecom       | Linux | Motorola |

Разработанная методика выбора сервера СУБД на основании использования метода анализа иерархий позволяет увеличить размерность пространства критериев и исключить заведомо неперспективные решения. В ходе экспериментов было установлено, что множество допустимых решений имеет достаточно большую размерность, что исключает возможность прямого перебора всех возможных вариантов конфигураций сервера. Сокращение области поиска видится во введении наряду с оценками значимости того или иного критерия жестких ограничений на минимальный объем памяти, объем жесткого диска, быстродействия процессора, типа операционной системы и т.п. Результаты экспериментов показали, что мощность множества допустимых решений, таким образом, может быть сокращена от 3 до 10 раз.

В настоящее время производится апробация результатов исследований. На основании предлагаемой методики были выбраны конфигурации рабочих станций и сервера сети Севастопольского предприятия «ЮБК-Спектр» и СПТУ №3.

#### Библиографический список

1. Соломатин Н.М. Выбор микроЭВМ для информационных систем / Н.М. Соломатин, Р.П. Шертвитис, М.М. Макшанцев. — М.: Финансы и статистика, 1984. — 167 с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1993. — 215 с.
3. Богуславский Л.Б. Основы построения вычислительных сетей для автоматизированных систем / Л.Б. Богуславский, В.И. Дрожинов. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.

4. Флинт Д. Локальные сети ЭВМ: архитектура, принцип построения, реализация / Д. Флинт. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 341 с.

*Поступила в редакцию 30.06.2004 г.*