

ХАРАКТЕРИСТИКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ И СЕТЕЙ, ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ

Петриченко Г. С., – к. т. н., доцент

Крицкая Л. М., – к. т. н., доцент

Нарыжная Н. Ю., – аспирантка

Кубанский государственный технологический университет

В статье предлагается методика расчета надежности системы при заданных параметрах.

The methods of calculating the system reliability parameters at planned expenses are suggested in the article.

Разработка и конструирование корпоративной сети, как и любой другой технической системы, связана с решением альтернативной задачи: с одной стороны необходимо иметь систему максимальной надежности, с другой – необходимо, чтобы ее стоимость была невысокой. В таком случае необходимо корректно сформулировать цель. Если целью ставится достижение определенного показателя надежности корпоративной сети, то целевая функция в этом случае минимизирует затраты, необходимые для достижения цели. Если целью задачи является достижение максимально возможного показателя надежности при заданных затратах, то эти затраты выступают в виде ограничения для целевой функции, максимизирующей показатель надежности системы. В обоих случаях способ решения задачи одинаков, так как в одном случае рассматривается функция «надежность - затраты», в другом - обратная ей функция.

Рассмотрим следующую задачу в ее графической интерпретации. В отдел бухгалтерии на малом предприятии необходимо закупить 4 компьютера (назовем их рабочими станциями), подготовленных к работе в

рамках корпоративной сети. Руководство выделило на эту покупку 110 000 руб. При этом условия работы в фирме требуют, чтобы надежность работы будущей (проектируемой в данном случае) корпоративной сети (системы) была не ниже 70%.

Системным администратором совместно с финансистом фирмы был изучен ассортимент укомплектованных рабочих станций (компьютеров) различных производителей. Были выбраны 8 видов рабочих станций, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Вид рабочей станции	Цена, тыс. руб.	Надежность
PC ₁	28	0,95
PC ₂	30,5	0,98
PC ₃	32	0,97
PC ₄	23	0,90
PC ₅	36,4	0,98
PC ₆	26	0,96
PC ₇	24,8	0,94
PC ₈	27,2	0,97

На рисунке (Рис. 1) приведена схема последовательно соединенных, с точки зрения надежности, рабочих станций (компьютеров) корпоративной сети. Ее надежность определяется мультипликативным показателем:

$$P_c = \prod_{i=1}^N P_i, \quad (1)$$

где: P_i — показатель надежности i -й рабочей станции;

N — число рабочих станций системы.

В результате согласно соотношению «надежность-стоимость» предполагается осуществлять выбор рабочей станции из имеющегося исходного списка.

В приводимых далее расчетах пользуемся показателем, получаемым путем логарифмирования левой и правой частей (1):

$$\ln P_c = \ln P_1 + \ln P_2 + \dots + \ln P_N, \quad (2)$$

Для синтеза системы использованы равнозначные по функциональным возможностям, но различные по надежности и стоимости блоки (рабочие станции). Например, использовано несколько вариантов i -го блока, от стоимости которых зависимость надежности определяется множеством точек M . Координаты крайней левой точки A_1 массива определяют надежность и стоимость самого дешевого блока, координаты нижней правой точки A_i – надежность и стоимость самого надежного блока. Есть несколько очевидных факторов, судя по которым можно сразу исключить из дальнейшего рассмотрения некоторые варианты блока. Исключаются те блоки, надежность которых ниже надежности системы (граница требуемой надежности системы находится на уровне $-\ln P_c$).

Такое же ограничение имеет место и по затратам ($Z_{\text{сдоп}} = \sum_{i=1}^n Z_i$). Решение задачи назначения требований к надежности блоков системы будем решать в первой постановке: добиться требуемого уровня надежности системы минимально возможными затратами. Логичнее всего начинать с выбора самых дешевых блоков. В рассмотренном случае это блок A_1 . Выбор следующего блока в случае требования повышения надежности должен осуществляться по принципу:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{-\Delta \ln P_i}{\Delta Z_i} = -\frac{\ln P_i - \ln P_{i-1}}{Z_i - Z_{i-1}} = \max, \quad (3)$$

т.е. по принципу максимального прироста надежности на единицу прироста затрат. Применяя этот принцип к выбору вариантов i -го блока, пригодных для дальнейшего рассмотрения, приходим к выводу, что таких вариантов осталось только 3 (A_1 , A_2 и A_3). Все неподходящие варианты оказались за плоскостью треугольника $A_1A_2A_3$. Для рассматриваемой

задачи (примера), следуя предложенной методике, на основании обработки массивов имеющихся данных «надежность-стоимость» по всем видам рабочих станций получены следующие блоки:

Блок *A* — варианты A_1A_2 ;

Блок *B* — варианты B_1B_2 ;

Блок *C* — варианты C_1C_2 ;

Блок *D* — варианты D_1D_2 .

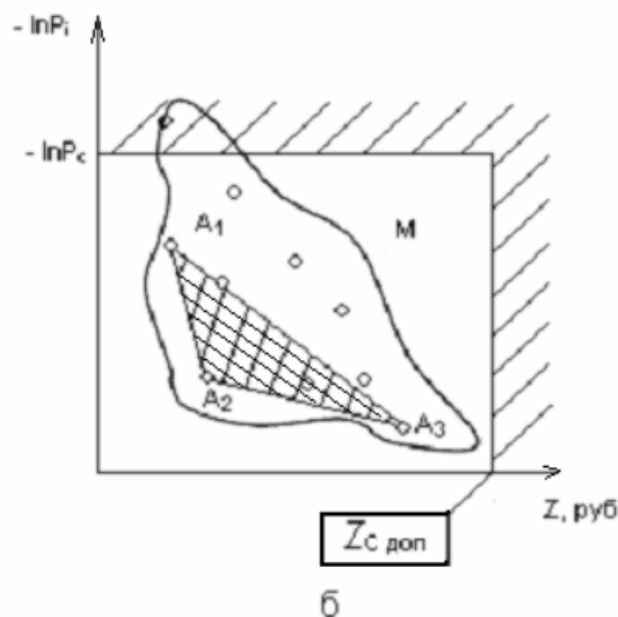
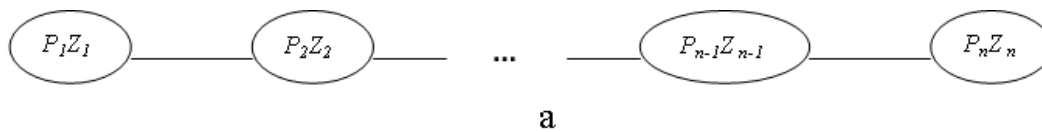


Рисунок 1: **а** – структурная схема надежности системы; **б** – идентификация конкурентоспособных вариантов из их множества.

Используя критерий (2) строится кривая $-\ln P_c = f(Z_c)$, позволяющая принимать оптимальные решения по выбору блоков *A*, *B*, *C*, *D* при заданных ограничениях по надежности. Предлагается следующий алгоритм решения задачи:

1. Рассчитываются координаты точки, определяющей начальную стоимость и начальную надежность системы:

$$Z_{min} = Z_{A1} + Z_{B1} + Z_{C1} + Z_{D1}, \quad (4)$$

2. Рассчитываются значения $tg\alpha_i$ для всех смежных пар точек с координатами A_1A_2, B_1B_2 , и т.д.

3. Проводится упорядочение по убыванию значений $tg\alpha_i$ одним из способов упорядочения.

4. Соблюдая принцип выбора очередности мероприятий согласно упорядочению по п. 3 заменяются в первоначальном наборе блок C_1 и C_2 , соответственно в (3) заменяем координату $C_i\{Z_{C_i}, -\ln P_{C_i}\}$ на координату $C_2\{Z_{C_2}, -\ln P_{C_2}\}$. Получается новый набор блоков $A_iB_iC_2D_i$ с новыми затратами и более высокой надежностью.

5. Повторяя шаг 4 аналогично 4 раза (по числу смежных пар $A_1B_2C_2D_i$ и т.д.) получают ломаную линию, позволяющую при любом ограничении по стоимости (от $Z_{min c}$ до $Z_{max c}$) выбирать оптимальный набор блоков системы.

Согласно приведенной методике, рассматриваемые рабочие станции PC_1, \dots, PC_8 были распределены на отрезки следующим образом: $A_1A_2 = (PC_4, PC_7)$, $B_1B_2 = (PC_6, PC_8)$, $C_1C_2 = (PC_1, PC_2)$, $D_1D_2 = (PC_3, PC_5)$.

Учитывая это, формируем блоки (систему из четырех рабочих станций) и рассчитываем координаты полученных блоков (соответственно цену и логарифм надежности блока):

$$A_1 B_1 C_1 D_1 = (109000; 0,23);$$

$$A_2 B_1 C_1 D_1 = (110800; 0,18);$$

$$A_2 B_2 C_1 D_1 = (113200; 0,17);$$

$$A_2 B_2 C_2 D_1 = (115700; 0,14);$$

$$A_2 B_2 C_2 D_2 = (120100; 0,13).$$

Таким образом, имея ограничение по стоимости выбираемой системы (не дороже 110 000 руб.), получаем, что нам подходит первый блок, сформированный из рабочих станций PC_4, PC_6, PC_1, PC_3 . Вычислим надежность полученной системы: она равна 0,80 и удовлетворяет

заданному в условии задачи допустимому уровню надежности выбираемой системы (не ниже 0,70).

Итак, следуя предложенной методике, получили систему из четырех компьютеров, общей стоимостью 109 000 руб. с надежностью 0,80.