

G.A. Kostin, S.N. Panin

METHODOLOGY FOR SELECTING RATIONAL COMPUTER NETWORK TOPOLOGY

Gennady Kostin – Vice Rector for Research and Digitalization, St. Petersburg State University of Civil Aviation, Doctor of Engineering, associate professor, St. Petersburg; **e-mail: g_kostin@mail.ru**.

Sergey Panin – senior researcher, A.F. Mozhaysky Military-Space Academy, PhD in Engineering, associate professor, St. Petersburg; **e-mail: psn46@mail.ru**.

We consider the methodology for choosing a rational topology of a computer network. We give an example of using our own methodology when substantiating a computer network implementation.

Keywords: computer network; computer network topology; methodology for selecting computer network topology.

Г.А. Костин, С.Н. Панин

МЕТОДИКА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Геннадий Александрович Костин – проректор по науке и цифровизации, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, доктор технических наук, доцент, г. Санкт-Петербург; **e-mail: g_kostin@mail.ru**.

Сергей Николаевич Панин – старший научный сотрудник, Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, кандидат технических наук, доцент, г. Санкт-Петербург; **e-mail: psn46@mail.ru**.

В статье рассматриваются особенности методики выбора рациональной топологии компьютерной сети. Приведен пример использования разработанной методики при обосновании варианта реализации компьютерной сети.

Ключевые слова: компьютерная сеть; топология компьютерной сети; методика выбора топологии компьютерной сети.

Современный этап развития общества характеризуется широким использованием компьютерных сетей различного масштаба для поиска, передачи, получения информации, совершения банковских операций, осуществления покупок товаров, организации дистанционного обучения, участия в вебинарах и видеоконференциях. Компьютерные сети с выходом в Интернет являются сегодня важнейшим атрибутом организаций (предприятий) и обеспечивают решение экономических, финансовых, организационных, логистических и др. задач. Вместе тем, создание эффективной локальной компьютерной сети предприятия представляет достаточную сложность в силу необходимости

учета большого количества факторов, а также отсутствия методик количественной оценки различных вариантов реализации компьютерной сети.

Особую трудность представляет выбор топологии компьютерной сети. Поэтому в настоящей статье предлагается методика выбора рациональной топологии компьютерной сети, позволяющая проводить количественную оценку вариантов реализации локальной компьютерной сети. Основные этапы методики включают: анализ определяющих факторов; формирование возможных вариантов построения; выбор показателей качества вариантов; выбор метода для оценивания показателей качества; проведение оцени-

вания показателей качества; выбор рационального варианта. Возможные факторы, определяющие варианты реализации локальной компьютерной сети (далее – ЛКС), представлены на рис. 1.

Из рис. 1 следует, что на основе анализа обозначенных факторов могут быть сформированы требования к вариантам реализации локальной компьютерной сети предприятия, включая возможные топологии ЛКС.

Допустим, что в результате анализа определяющих факторов выбраны следующие варианты топологий ЛКС: топология «Звезда» на основе проводной технологии; смешанная топология «Звезда» на основе проводной и беспроводной технологии; топология «Дерево» с проводными соединениями; смешанная топология «Дерево» на основе проводной и беспроводной технологии.

Для выбора рациональной топологии ЛКС использованы следующие показатели качества:

- пропускная способность (максимальный объем передаваемых данных в единицу времени);
- время реакции системы (интервал времени между запросом и ответом);
- время обработки запросов на сервере;

- надежность передачи пакетов;
- безопасность (способность сети защитить данные от несанкционированного доступа);
- среднее время наработки на отказ (средняя продолжительность работы системы между отказами);
- отказоустойчивость системы (способность сетевой инфраструктуры сохранять работоспособность даже после отказа некоторых компонентов сети);
- масштабируемость (возможность расширения сети без заметного снижения ее производительности);
- интенсивность отказов;
- коэффициент готовности сети.

Оценка выбранных топологий ЛКС осуществляется в два этапа.

На первом этапе производится оценка соответствия вариантов топологий ЛКС предъявляемым требованиям с использованием качественных и количественных методов (рис. 2).

Из анализа рис. 2 следует, что оценка степени достижения заданных требований может производиться без учета и с учетом значимости характеристик (требований). При проведении оценки первым способом совокупность характеристик системы представляется в виде матриц (таблиц), строки которых должны соответствовать



Рис. 1. Факторы, определяющие возможные варианты реализации локальной компьютерной сети организации

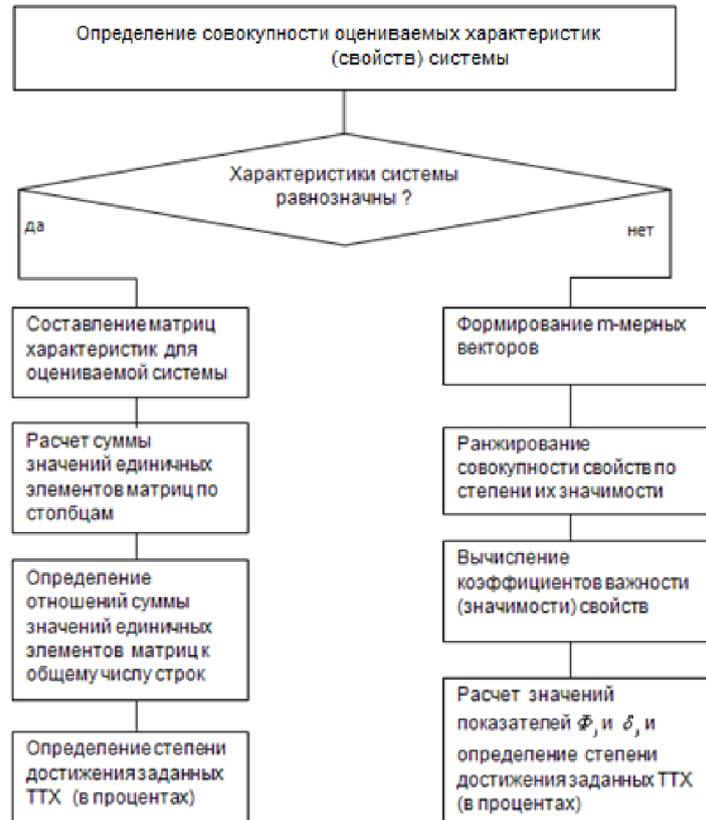


Рис. 2. Основные этапы методического подхода к оценке степени достижения заданных требований

отмеченным характеристикам, а столбцы – оцениваемым вариантам системы. В случае рассмотрения одного варианта системы матрицы будут включать один столбец. Элементами матриц могут быть символы «1» и «0». Символ «1» («0») в i -той строке матрицы обозначает наличие (отсутствие) у системы i -той характеристики. После определения всех элементов матриц производится определение сумм единиц по столбцам матриц. Отношение общей суммы единиц к общему числу рассматриваемых характеристик, выраженное в процентах, представляет собой показатель степени достижения заданных тактико-технических характеристик оцениваемой системы.

При проведении оценки вторым способом выполняются следующие этапы.

Рассматривается пространство m -мерных векторов с действительными координатами:

$$R^{(m)} = \{ \bar{r} = (r_1, \dots, r_i, \dots, r_m) / r_i \in R^1, i = 1, 2, \dots, m \} \quad (1)$$

Каждый вектор \bar{r} пространства $R^{(m)}$ характеризует определенный вариант техни-

ческой системы.

При этом компоненты вектора \bar{r} отражают наличие или отсутствие определенного свойства (характеристики) у варианта системы.

Любая компонента вектора \bar{r} может принимать следующие значения:

$$r_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-тое свойство у варианта имеется,} \\ 0, & \text{если } i\text{-тое свойство у варианта отсутствует.} \end{cases} \quad (2)$$

Очевидно, что при наличии у варианта технической системы всей совокупности рассматриваемых свойств компоненты вектора \bar{r} принимают единичные значения. Для определения степени близости векторов из пространства $R^{(m)}$ к вектору с единичными компонентами производится ранжирование совокупности свойств по степени их значимости. Наименьшему по значимости свойству присваивается ранг, равный 1, наибольшему по значимости – m . После ранжирования совокупности свойств вычисляются коэффициенты их важности следующим образом:

$$C_i^b = \frac{d_i^p}{\sum_{i=1}^m d_i^p}, \quad (3)$$

где C_i^b – обозначение коэффициента важности i -того свойства;

d_i^p – ранг i -того свойства.

На основе коэффициентов важности для каждого варианта технической системы выполняется процедура свертки вида

$$\Phi_j = \sum C_i^b \cdot r_{ij}; j = \overline{1, N}, \quad (4)$$

где $\hat{\Phi}_j$ – обозначение свертки для j -того варианта технической системы;

N – число рассматриваемых вариантов системы.

Степень близости (соответствия) каждого из рассматриваемых векторов к единичному вектору определяется на основе соотношения:

$$\delta_j = \frac{\Phi_j}{\Phi^*} \times 100\%, \quad (5)$$

где Φ^* – обозначение свертки для наилучшего варианта технической системы.

Из анализа (4) и (5) следует, что значение свертки для наилучшего варианта системы (с единичными компонентами) равно 1. Тогда окончательное выражение для определения степени соответствия j -того варианта технической системы наилучшему варианту будет иметь вид:

$$\delta_j = \Phi_j \times 100\%. \quad (6)$$

На втором этапе определяется рациональный вариант топологии локальной компьютерной сети предприятия с использованием оценочной пятибалльной

шкалы (рис. 3).

Используя оценочную шкалу, показанную на рис. 3, с помощью выбранных показателей качества может проводиться оценивание вариантов и определяться рациональный вариант топологии локальной компьютерной сети предприятия.

В соответствии с разработанным методическим подходом проведена оценка соответствия рассмотренных вариантов предъявляемым требованиям. Результаты оценки приведены в табл. 1.

В результате проведенной оценки (по данным табл. 1) сделан вывод, что в случае реализации сети по топологии «Звезда» с проводной технологией обеспечивается максимальная степень выполнения предъявляемых требований 80% (87% с учетом значимости предъявляемых требований).

На втором этапе проведена оценка рассмотренных вариантов по оценочной шкале. Результаты оценки представлены в табл. 2.

На основе результатов, представленных в табл. 2, сделан вывод, что максимальное значение (88%) общий показатель качества принимает в случае реализации сети с использованием проводных технологий на основе топологии «Звезда» или «Дерево».

С помощью количественной оценки четырех вариантов по выбранным показателям



Рис. 3. Оценочная шкала

Таблица 1

Оценка соответствия вариантов топологии ЛКС предъявляемым требованиям

Предъявляемые требования	Варианты топологий компьютерной сети организации			
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Стоимость	1	1	0	0
Безопасность	1	0	1	0
Надежность	0	0	1	0
Функциональная устойчивость	1	1	1	1
Эргономичность	1	0	0	0
Степень выполнения требований	4/5 80% (87%)	2/5 40% (60%)	3/5 60% (67%)	1/5 20% (33%)

Примечание. В скобках приведены значения степени выполнения требований с учетом их значимости.

Таблица 2

Оценка вариантов реализации компьютерной сети

Показатели качества	Варианты топологий компьютерной сети организации			
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Пропускная способность	4	3	4	2
Время реакции системы	5	3	4	3
Надежность передачи пакетов	4	3	4	3
Эргономичность	5	3	4	3
Среднее время наработки на отказ	4	3	4	3
Отказоустойчивость системы	4	3	5	3
Безопасность	5	2	4	1
Интенсивность отказов	4	3	3	2
Коэффициент готовности сети	4	3	5	3
Общий показатель качества	44/50 88%	30/50 60%	44/50 88%	26/50 52%

телям и требованиям выбран вариант реализации локальной вычислительной сети на основе топологии «Звезда» (с проводными соединениями). Данный вариант отвечает большому количеству предъявляемых требований, а общий показатель качества сети составляет 88%.

Таким образом, разработанная методика обеспечивает возможность количественной оценки вариантов топологий компьютерной сети организации с учетом предъявляемых требований, а также выбранных показателей качества. Методика может быть использована в процессе проектирования локальных компьютерных сетей организациями (предприятиями) различного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Есинов М.А., Костин Г.А., Курлов В.В. Вычислительные системы, сети и коммуникации. СПб: Изд-во СПбУУиЭ, 2011. 195 с.

2. Костин Г.А., Кулишкин В.А., Марков С.В., Панин С.Н. Информационная безопасности и защита информации. СПб: Изд-во СПбУУиЭ, 2011. 300 с.

3. Костин Г.А., Панин С.Н. Современные проблемы развития информационных технологий // Модернизация российской экономики. Прогнозы и реальность: сб. науч. трудов Международ. науч.-практ. конф. СПб., 2015. С. 410–416.

4. Костин Г.А., Панин С.Н. К вопросу выбора рационального варианта организации учебного процесса // Модернизация российской экономики. Прогнозы и реальность: сб. науч. трудов Международ. науч.-практ. конференции. СПб., 2016. С. 211–216.

5. Кузнецов А.М., Панин С.Н. Методика оценки уровня конкурентоспособности современных педагогических работников // Общество: социология, психология, педагогика. Научный журнал. 2020. № 8(76). С. 73–77.