



## ВЫБОР СПОСОБА ЭКСПЛУАТАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

**Г.С. ПЕТРИЧЕНКО**

*Кубанский  
государственный  
технологический  
университет*

*e-mail:  
petry\_gr@mail.ru*

Исследование процесса эксплуатации корпоративной сети предприятия и изучение того, какую модель эксплуатации выбрать, чтобы коэффициент технической готовности принимал максимальное значение, является актуальной проблемой. В статье для решения задачи оптимального выбора способа эксплуатации корпоративной сети предприятия, предлагается использовать подход подсчета коэффициента технической готовности при различных способах эксплуатации, и отдается предпочтение способу с максимальным коэффициентом. В случае многокритериальной оценки выбора способа эксплуатации предполагается использовать подход, основанный на использовании метода анализа иерархий.

Ключевые слова: корпоративная сеть, способ эксплуатации, запас ресурса, коэффициент технической готовности, метод анализа иерархий.

Эффективность применения корпоративных сетей (КС) по назначению зависит от способа эксплуатации.

Из анализа способов эксплуатации было установлено, что корпоративные сети предприятий можно эксплуатировать следующими способами: планово-предупредительным способом (ППС); фактическому техническому состоянию (ФТС); фактическим результатам применения (ФРП); комбинированным способом.

Эксплуатация КС планово-предупредительным способом заключается в выполнении следующих организационно-технических мероприятий:

разработке технического задания на эксплуатацию составных частей КС планово-предупредительным способом;

изучении надежностных характеристик множества проектируемых, производимых и эксплуатируемых однотипных составных частей КС;

прогнозировании надежностных характеристик множества однотипных составных частей КС;

разработке содержания профилактических мероприятий по поддержанию эксплуатируемой КС в готовности применения по назначению;

разработке планов проведения профилактических мероприятий по предупреждению отказов и неисправностей составных частей КС;

разработке мероприятий по устранению внезапно возникших отказов и неисправностей.

Внедрение способа эксплуатации КС по фактическому техническому состоянию требует проведения организационно-технических мероприятий: на этапе проектирования; на этапе производства и на этапе эксплуатации.

Рассмотрим организационно-технические мероприятия на этапе эксплуатации КС: обучении обслуживающего персонала (операторов, инженеров и администраторов сети) вопросам эксплуатации составных частей КС по фактическому техническому состоянию; проведении контроля исправного и работоспособного состояния составных частей КС; проведении контроля значений параметров, применяемых для прогноза технического состояния составных частей КС; осуществлении индивидуального прогноза технического состояния составных частей с учетом внутреннего состояния, воздействия внешней среды и выполняемых задач эксплуатации; проведении предварительной замены составных частей КС, если по результатам контроля и индивидуального прогноза состояние этих составных частей не обеспечивает заданный режим работоспособности.

Эксплуатация составных частей КС по фактическому техническому состоянию обеспечивает высокую эффективность его применения и оценивается посредством показателей эффективности применения КС по назначению.



Часть мероприятий по поддержанию составных частей КС в готовности к применению по назначению планируется заранее, например техническое обслуживание, дистанционные периодические проверки, доработки, которые являются плановыми. Другая часть мероприятий носит внеплановый характер, так как такие работы, как восстановление готовности после появления отказа или повреждения, трудно предсказать заранее [1,3].

Поэтому для оценки эффективности процесса эксплуатации целесообразно применить показатель – технической готовности КС [3].

Рассмотрим определения показателя технической готовности при различных способах эксплуатации.

Пример 1. В результате анализа информации полученной при эксплуатации КС ППС в течении одного месяца, нами было получено:

$\tau_{II} = 30$  часов – суммарное время понижения готовности к применению по назначению корпоративной сети для проведения плановых работ в течении месяца, это означает что один час в день отводился для проведения плановых работ техническому персоналу;

$\tau_H = 4$  часа – суммарное время понижения готовности к применению по назначению корпоративной сети для проведения неплановых работ, в течении месяца возникли две неисправности и для их устранения понадобилось 4 часа;

$\tau_{\Sigma} = 240$  часов – рассматриваемое время эксплуатации корпоративной сети в течении месяца.

Если подставить в формулу определения показателя технической готовности, то мы получим следующее значение:

$$K_{TT} = (1 - \frac{\tau_{II}}{\tau_{\Sigma}})(1 - \frac{\tau_H}{\tau_{\Sigma} - \tau_{II}}) = 0,858. \quad (1)$$

В качестве вывода можно отметить, что  $K_{TT} = 0,858$  при эксплуатации корпоративной сети предприятия планово-предупредительным способом.

Пример 2. Определим показатель технической готовности при эксплуатации корпоративной сети предприятия по фактическим результатам применения. В результате эксплуатации КС по ФРП в течении одного месяца, нами было получено:

$\tau_H = 12$  часов – суммарное время понижения готовности к применению по назначению корпоративной сети для проведения неплановых работ, в течении месяца возникло 10 неисправностей и для их устранения понадобилось 12 часов;

$$K_{TT}^{II} = (1 - \frac{\tau_H}{\tau_{\Sigma} - \tau_H}) = 0,947. \quad (2)$$

В результате эксплуатации компьютерной сети по ФРП в течении одного месяца, возникло много неисправностей и понадобилось не менее 12 часов на их устранение, а  $K_{TT} = 0,947$ .

Пример 3. Определим показатель технической готовности при эксплуатации корпоративной сети предприятия по фактическому техническому состоянию. В результате эксплуатации КС по ФТС в течении одного месяца, нами было получено:

$\tau_3 = 2$  часа – выполнение работ по замене составных частей корпоративной сети на основе результатов прогноза в случайный момент времени;

$\tau_6 = 1$  час – устранение внезапных непрогнозируемых отказов;

$$K_{TT}^{(III)} = (1 - \frac{\tau_3}{\tau_{\Sigma}})(1 - \frac{\tau_6}{\tau_{\Sigma} - \tau_3}) = 0,987. \quad (3)$$

В результате эксплуатации компьютерной сети по ФТС, коэффициент технической готовности  $K_{TT}^{(III)} = 0,987$ .



Если выбор способа эксплуатации осуществить по показателю технической готовности, то на первое место займет способ эксплуатации по фактическому техническому состоянию.

Для проверки данного предположения, воспользуемся методом анализа иерархий [2,4].

Рассмотрим применение метода анализа иерархий, к решению задачи, выбора способа эксплуатации корпоративной сети предприятия.

Данный подход заключается в определении перечня критериев выбора и их приоритета, далее на основе суждений экспертов указываются оценки по каждому из критериев. На следующем этапе определяют интегральные оценки по каждому исполнителю с учетом оценок по всем критериям. Полученные интегральные оценки сравнивают между собой и принимают оптимальное решение.

Этап 1. Построение иерархии начинается с вершины – цели анализа, в данном случае – выбор способа эксплуатации КС (рис.1). На втором уровне иерархии выбирают критерии, по которым будет производиться сравнение вариантов (в рассматриваемой задаче такими критериями являются: коэффициент технической готовности, прогнозирование технического состояния и эксплуатационные расходы на эксплуатацию). Нижний уровень представляет собой перечисление альтернатив (в данном случае способов эксплуатации компьютерной сети из пяти предложенных).

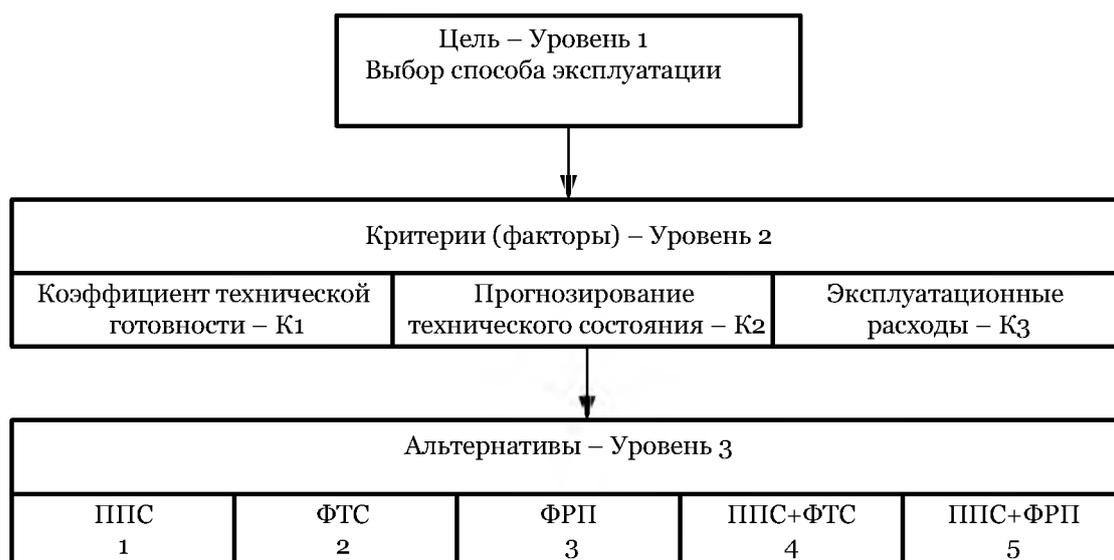


Рис. 1. Иерархия для выбора способа эксплуатации КС

Этап 2. Построение множества матриц парных сравнений для каждого из нижних уровней – по одной матрице для каждого элемента, примыкающего сверху уровня. Данный элемент является направляемым по отношению к элементу нижележащего уровня. Элементы каждого уровня сравнивают друг с другом относительно их воздействия на направляемый элемент. В результате парных сравнений получают матрицу суждений.

Для рассматриваемой задачи необходимо построить одну матрицу для второго уровня иерархии и три матрицы для третьего уровня.

Парные сравнения проводят в терминах доминирования одного элемента над другим. Для оценки относительной важности элементов используют следующие категории вопросов, какой из элементов важнее или имеет большее воздействие? Какой из элементов более вероятен? Какой из элементов предпочтительнее? Результаты сравнений определяют в целых числах в соответствии со шкалой относительной важности (табл.1).



Таблица 1

**Шкала относительной важности**

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство одного элемента над другим
5	Существенное или сильное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями
Обратные величины приведенных выше чисел	Если при сравнении одного элемента с другим получено одно из вышеуказанных чисел (например, 5), то при сравнении второго элемента с первым получим обратную величину (1/5)

В каждой матрице сравнивают относительную важность левых элементов с элементами наверху. Если элемент слева доминирует над элементом наверху, то записывают целое положительное число (1-9), в противном случае – обратное число (дробь), согласно таблице 1. При сравнении элемента самого с собой записывают единицу.

Для получения матрицы парных сравнений требуется  $n(n-1)/2$  суждений, где  $n$  – число сравниваемых элементов. Построим матрицы парных сравнений для второго и третьего уровней иерархии рассматриваемой задачи (табл. 2-3).

Этап 3. Формирование векторов локальных приоритетов для каждого уровня. Для каждой матрицы парных сравнений вычисляют векторы локальных приоритетов, которые выражают относительное влияние множества элементов нижележащего уровня на элемент вышележащего уровня. Для этого необходимо определить компоненты вектора критериев по строкам матрицы парных сравнений. Компоненты вектора критериев получают в результате перемножения всех  $n$  элементов строки матрицы и извлечения из полученного произведения корня  $n$ -ой степени. Чтобы получить вектор приоритетов необходимо нормализовать вектор критериев путем деления каждого элемента вектора столбца на сумму всех элементов столбца. Результаты вычислений векторов критериев и векторов приоритетов сведены в табл. 3-4.

Таблица 2

**Матрица парных сравнений для уровня 2**

Критерии	K1	K2	K3	Вектор критериев	Вектор приоритетов
Коэффициент технической готовности, K1	1	5	7	3,271	0,715
Прогнозирование технического состояния, K2	0,2	1	5	1	0,218
Эксплуатационные расходы, K3	0,14	0,2	1	0,306	0,067

Из табл. 2 видно, что коэффициент технической готовности K1 является наиболее важным критерием при выборе способа эксплуатации КС, вторым по важности критерием является прогнозирование технического состояния составных частей компьютерной сети K2.

Из табл. 3 можно заключить, что по критерию K1 преимущество принадлежит способу эксплуатации по ФТС, по критерию K2 – преимущество способа эксплуатации по ФТС, а по критерию K3 – лучшим является способ эксплуатации по ФРП.

Этап 4. Проверка согласованности локальных приоритетов.

Согласованность локальных приоритетов проверяется на основе вычисления индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС) на основе следующих формул:

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \tag{4}$$

где  $n$  – число элементов;



$\lambda_{\max}$  – сумма компонент вектора, полученного в результате умножения матрицы суждений на вектор приоритетов.

Для этого используют выражение (5):

$$A \cdot \overline{W}_p = \lambda_{\max} \cdot \overline{W}_p, \quad (5)$$

где  $A$  – матрица парных сравнений,

$\overline{W}_p$  – нормализованный вектор критериев (вектор приоритетов).

Отношение согласованности ОС получаем в результате деления значения ИС на число, соответствующее случайной согласованности матрицы того же порядка. Величина ОС не должна превышать 10%, чтобы быть приемлемой. Если ОС выходит за эти пределы необходимо пересмотреть все суждения по каждому из критериев.

Таблица 3

Матрицы парных сравнений для уровня 3 по критериям К1-К3

К1	ППС	ФТС	ФРП	ППС+ФТС	ППС+ФРП	Вектор критериев	Вектор приоритетов
ППС	1,00	0,14	5,00	0,13	3,00	0,768	0,097
ФТС	7,00	1,00	8,00	2,00	5,00	3,545	0,447
ФРП	0,20	0,13	1,00	0,14	0,50	0,282	0,036
ППС+ФТС	8,00	0,50	7,00	1,00	7,00	2,874	0,363
ППС+ФРП	0,33	0,20	2,00	0,14	1,00	0,453	0,057
К2	ППС	ФТС	ФРП	ППС+ФТС	ППС+ФРП	Вектор критериев	Вектор приоритетов
ППС	1	0,125	4,0	0,2	2	0,725	0,086
ФТС	8,00	1	9,0	5,000	8,0	4,919	0,581
ФРП	0,25	0,111	1	0,1428	0,333	0,266	0,031
ППС+ФТС	5,000	0,2	7,000	1	5	2,036	0,241
ППС+ФРП	0,5	0,125	3,000	0,2	1	0,519	0,061
К3	ППС	ФТС	ФРП	ППС+ФТС	ППС+ФРП	Вектор критериев	Вектор приоритетов
ППС	1,00	3,00	0,20	2,00	0,50	0,903	0,139
ФТС	0,33	1,00	0,14	0,50	3,00	0,590	0,091
ФРП	5,00	7,00	1,00	5,00	3,00	3,500	0,539
ППС+ФТС	0,50	2,00	0,20	1,00	0,33	0,582	0,090
ППС+ФРП	2,00	0,33	0,33	3,00	1,00	0,922	0,142

Параметры случайной согласованности для матриц различных порядков:

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

В результате вычислений получены следующие значения показателей для второго уровня:  $\lambda_{\max} = 3,182766806$ ; ИС=0,0913834; ОС=0,157557.

Для третьего уровня определены следующие значения: для критерия К1:

$\lambda_{\max} = 5,48353$ ; ИС=0,1208; ОС=0,1079302; для критерия К2:  $\lambda_{\max} = 5,498$ ; ИС=0,124538248; ОС=0,11119; для критерия К3:  $\lambda_{\max} = 5,5909$ ; ИС=0,147728; ОС=0,1319.

Этап 5. Применение принципа синтеза для определения глобальных или интегральных приоритетов.

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня. Вектор глобальных приоритетов может быть получен как сумма произведений элемента вектора локальных приоритетов для каждой строки на значение вектора приоритета соответствующего критерия на вышележащем уровне. Результаты расчетов приведены в таблице 4.



Таблица 4

**Расчет глобальных приоритетов**

Исполнители	Значения векторов приоритетов			Обобщенные или глобальные приоритеты
	1 (0,715)	2 (0,218)	3 (0,067)	
ППС	0,097	0,086	0,139	0,097
ФТС	0,447	0,581	0,091	0,453
ФРП	0,036	0,031	0,539	0,068
ППС+ФТС	0,363	0,241	0,090	0,318
ППС+ФРП	0,057	0,061	0,142	0,064

При выборе решения предпочтение отдается альтернативе с наибольшим значением глобального приоритета. Наилучший показатель глобального приоритета в рассматриваемой задаче выбора способа эксплуатации КС имеет способ эксплуатации по ФТС.

Таким образом, метод анализа иерархий можно применять при выборе способа эксплуатации компьютерной сети. Данная методика позволяет рассчитывать этапы работ на основании экспертных оценок.

На основании предложенной методики возможно выбрать способ эксплуатации компьютерной сети предприятия. Поставленная многокритериальная задача решена с помощью метода анализа иерархий.

В статье было доказано, что в некоторых случаях выбор способа эксплуатации КС предприятия можно осуществлять и по показателю технической готовности.

**Список литературы**

1. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. М.: Высш. шк, 1982. – 231 с.
2. Жилияков Е.Г. Адаптивное определение относительных важностей объектов на основе качественных парных сравнений. // Журнал Российской академии наук. Экономика и математические методы, 2006, том 42, №2, с. 111-122.
3. Петриченко Г.С. Оценка качества корпоративных сетей при различных способах эксплуатации / Г.С. Петриченко, Н.Ю. Нарыжная, Л.М. Крицкая // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №19(03). – Шифр Информрегистра: 0420600012\0039. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/03/17/>.
4. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] – М.: Радио и связь, 1993.

**CHOICE OF THE WAY OF OPERATION OF CORPORATE NETWORKS  
ON THE BASIS OF APPLICATION OF EXPERT ESTIMATES**

**G.S. PETRICHENKO**

*Kuban state  
technological  
university*

*e-mail:  
petry\_gr@mail.ru*

To choose research of process of operation of a corporate network of the enterprise and studying of what model of operation that the coefficient of technical readiness accepted the maximum value, is an actual problem. In article for the solution of a problem of an optimum choice of a way of operation of a corporate network of the enterprise, it is offered to use approach of calculation of coefficient of technical readiness at various ways of operation, and the preference is given to a way with the maximum coefficient. In case of a multicriteria assessment of a choice of a way of operation it is supposed to use the approach based on use of a method of the analysis of hierarchies.

Keywords: corporate network, way of operation, resource stock, coefficient of technical readiness, method of the analysis of hierarchies.