

УДК 621.395.34:621.397:681.142.2:681.3.96

Аугустыняк В. И., Красовский М.Л.

## ПОДХОДЫ К ОПТИМАЛЬНОМУ ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**Аннотация.** Рассмотрены подходы к проектированию системы управления сетями электросвязи. Дана методика расчета сети передачи данных. Изложены требования к исходным данным и предложен порядок проектирования сети управления.

### Введение

При современном уровне развития сетей связи возникает потребность в мощных средствах управления сетью, т.е. существует необходимость создания современной системы управления. Для обеспечения нормальной работы сети в условиях изменяющихся внешних воздействий.

Обычно сеть электросвязи строится так, чтобы при нормальных условиях (при исправности всех каналов и аппаратуры сети) обеспечивалась передача потоков информации в заданном при проектировании объеме и с требуемым качеством обслуживания каждого потока. При появлении перегрузок или повреждений существующее направление потоков может не обеспечить требуемых качественных показателей обслуживания. В этих условиях необходимо определить либо новое распределение потоков, которое позволит обеспечить требуемое качество обслуживания (т.е. обеспечить динамическое распределение информации), либо ввести в эксплуатацию резервные каналы, либо ограничить объем потоков информации для тех или иных абонентов. Эти и другие функции выполняет система управления электросвязью. Она позволяет координировать взаимодействие различных операционных систем (ОС) и оборудования сети электросвязи. Система управления управляет как первичной так и вторичными сетями электросвязи. Потребность в наличии системы управления на вторичной сети особенно ощущается при внедрении на сети цифровых станций и при использовании цифровой коммутации (т.к. именно в этих системах легче всего осуществлять динамическое распределение потоков информации, что и заложено в их структуре).

Международная организация по стандартизации ISO, сектор стандартизации электросвязи ITU-T создали концепцию построения сети управления электросвязью. В рекомендациях МККТТ М.30, принятых в 1988 г., а также в развивающих их рекомендациях серии М.3000, принятых в 1992 г., предложена концепция организации системы управления сетями электросвязи, опирающаяся на модель ISO, названная сетью управления электросвязью (Telecommunications Management Network - TMN).

Сеть TMN состоит из следующих компонентов:

- сети передачи данных;
- комплекса операционных систем, обеспечивающих управление сетью электросвязи.

В настоящее время проектирование сети TMN целесообразно проводить на основе существующей сети связи. Это позволит свести к минимуму затраты на прокладку дорогостоящих каналов связи, т.к. в этом случае возможна организация сети передачи данных управления путем выделения некоторого количества каналов из общего числа каналов существующей сети.

В качестве сети передачи данных управления желательно использовать сеть с коммутацией пакетов типа Укрпак /X.25/ по следующим причинам: данная сеть обеспечивает гарантированную доставку передаваемых пакетов; в настоящее время это одна из наиболее развитых сетей такого типа в Украине. Это позволяет упростить сопряжение систем управления различных регионов и объединить их в единую национальную сеть управления.

Для реализации этого необходимо произвести некоторые расчеты пропускной способности сети передачи данных и ряда других параметров. При расчете параметров системы управления исходными данными являются:

- топология существующей сети для выбора оптимального построения сети управления;
- свободная пропускная способность первичной сети для определения необходимости её расширения;
- план распределения основной нагрузки сети;
- показатели структурной надежности;
- планы дальнейшего развития сети для корректировки полученных результатов;

– количество средств, отведенное на строительство сети управления.

При проектировании сети TMN прежде всего необходимо правильно выбрать топологию и рассчитать пропускную способность сети передачи данных, т.к. от правильного расчета данной сети зависит эффективность применения системы и возможность работы в реальном масштабе времени. Также следует учесть, что модифицировать методы управления сетью (в основном программное обеспечение) легче, чем перестраивать сеть передачи данных.

Для реализации целей управления, т.е. для осуществления целенаправленного изменения состояния управляемого объекта, создаются и используются специальные каналы управления.

Поток информации сети управления можно разбить на две составляющие. Первая составляющая – это детерминированный поток, образующийся при проведении персоналом центра технической эксплуатации профилактической проверки элементов сети, при сборе статистической информации об работе сети в целом, а также некоторой другой постоянной информации (например подсистемы тарификации услуг и др.). Данный поток может быть рассчитан на основе статистических данных о работе сети в настоящее время. Для этого потока возможно получение количественной его оценки на основе количества элементов сети, требований по периодичности проведения контроля за состоянием сети и общей нагрузке на сеть.

Вторая составляющая потока управления является непостоянной и для неё, в принципе, невозможно получить точной количественной оценки на основании аналитических расчетов. Она вызвана отказами в различных точках сети электросвязи и перегрузкой каналов. От быстрого прохождения по сети передачи данных именно этой информации зависит эффективность работы системы управления в целом. Количественную оценку этой составляющей целесообразнее всего проводить на основе анализа статистических данных по отказам, собранных при работе существующей сети и результатов полученных в результате аналитического расчета. Исходными данными при аналитическом расчете являются вероятностные характеристики сети электросвязи (сюда относятся величины характеризующие вероятность повреждения элементов сети и вероятность перегрузки сети).

Количественная оценка информации, проходящей по сети, на основе статистических данных может быть определена по формуле:

$$P = N_0 * S * k, \quad (1)$$

где  $N_0$  – среднее количество отказов за промежуток времени;  $S$  – количество управляющей информации для одного отказа, равное среднему количеству пакетов, переданных по сети передачи данных при восстановлении работы сети. Расчет размера пакета может быть произведен как описано в [2];  $k$  – коэффициент показывающий во сколько раз необходимо увеличить среднестатистический поток для увеличения показателя надежности сети управления. Он вычисляется по формуле:

$$k = \frac{N_{\max}}{\frac{1}{n} * \sum_n N_i}, \quad (2)$$

где  $N_{\max}$  – максимальное количество отказов за какой-либо промежуток времени;  $N_i$  – количество отказов за  $i$ -й промежуток времени;  $n$  – количество измерений.

Аналитический расчет может быть проведен несколькими способами. Например, расчет, базирующийся на рассмотрении энтропии системы, описанный в [3]. На основании результатов аналитического расчета и статистических измерений определяются требования к пропускным способностям каналов.

По требуемым пропускным способностям каналов рассчитывается сеть передачи данных. Для этого из общего числа каналов, используемых сетью электросвязи, отводится некоторое их количество (задается в качестве исходных данных). Расчет базируется на поиске оптимального распределения информационных потоков по существующей сети и должен обеспечить такое распределение потоков информации, при котором пропускная способность сети была бы максимальной. Одним из методов является симплекс-метод. В качестве исходных данных задаются: граф сети; пропускная способность каждой ветви; номера узлов, между которыми необходимо организовать каналы и их требуемые пропускные способности; если необходимо конкретно указать ветви графа, по которым должна проходить информация, то указать их.

Порядок вычислений:

1. На основании исходных данных составляется система неравенств:

$$x_1 + x_2 \leq b_1; \quad x_4 + x_n + x_3 \leq b_2; \quad \dots \quad x_1 + x_n + x_3 \leq b_n;$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – требуемые пропускные способности составляющих путей;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – пропускные способности ветвей графа.

Каждое уравнение неравенства составляется по следующему принципу: если  $i$ -тая ветвь используется путем  $x_j$ , то  $x_j$  включается в  $i$ -тое уравнение. Каждый путь от узла  $i$  к узлу  $j$  состоит из нескольких составляющих, обозначенных как  $x$ . После решения системы неравенств составляется таблица по следующему принципу: все коэффициенты, стоящие перед  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ,  $b_1, b_2, \dots, b_n$  переписываются в соответствующие клетки таблицы. В незаполненных клетках стоят нули. В последнюю строку заносятся коэффициенты, стоящие при целевой функции. Целевая функция вычисляется по формуле:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = p_1 * x_1 + p_2 * x_2 + \dots + p_n * x_n$$

Процесс решения заключается в преобразовании таблицы до тех пор пока не будет получено оптимальное решение. Признак оптимальности – отрицательность или равенство нулю всех элементов в нижней строке, кроме последнего.

Преобразование состоит из двух этапов:

1. Определение ведущего элемента в таблице.
2. Преобразование необходимых строк.

Ведущий элемент таблицы находится на пересечении ведущего столбца и ведущей строки. Ведущий столбец это тот столбец, у которого нижний элемент максимальный, если таких несколько, то выбирается любой. В ведущем столбце рассматриваются все положительные элементы за исключением элемента последней строки и делим на эти элементы соответствующие им  $b_i$ , выбираем минимальный результат, ему соответствует ведущая строка. Если ведущий элемент отличается от единицы, то делим все элементы ведущей строки на ведущий элемент. После этого преобразуем таблицу. Преобразование заключается в следующем: все элементы ведущего столбца, за исключением ведущего элемента, необходимо превратить в нули. Для преобразования элементов любой строки необходимо элементы ведущей строки умножить на элемент, который необходимо превратить в нуль, взятый с противоположным знаком и сложить поэлементно каждый элемент преобразуемой строки с полученными элементами ведущей строки. Преобразование производить до тех пор, пока не будет получено оптимальное решение. Результат получаем следующим образом: на пересечении искомой переменной и строки, в которой находится значение переменной определяется единица.

В случае большой размерности сети необходимо при данном методе решения провести большое количество вычислений. В этом случае можно применить алгоритмы приведенные в [1,6]. В случае невозможности прохождения заданного информационного потока по сети результатом расчета является необходимое количество каналов, которое следует добавить к существующим.

### Выводы

На основании результатов расчетов можно приступить к проектированию сети передачи данных TMN и к определению требований к расширению существующей сети.

### Литература

1. Аугустыняк В. И. Распределение каналов на некоммутируемой сети связи с учётом кроссировочных возможностей при организации высокочастотных транзитов // Сб.: Построение устройств управления сетями связи. – М.: Наука, 1977. – С. 52 - 57.
2. Максименков А.В., Селезнев М.Л. Основы проектирование информационно-вычислительных систем и сетей ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1991. – 320 с.
3. Постановка задачи оценки объема управляющей информации в системе управления интеллектуальной сетью / Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Лев Ю.Ю., Мнищенко С.И. // Информатика и связь. – №1. – 1996.
4. Аугустыняк В. И. Оптимальное распределение аппаратных ресурсов на узлах связи // Труды IV Всесоюзной школы-семинара по проблемам управления на сетях и узлах связи. – М.: Наука, 1984. – С. 3 - 6.
5. Аугустыняк В. И., Князева Н. А., Кононович В. Г. Модель оперативного управления сетями связи // Труды VI Всесоюзной школы-семинара по проблемам управления на сетях и узлах связи. – М.: Наука, 1990. – С. 11 - 13.
6. Анализ и синтез сетей связи с использованием ЭВМ. – М.: Наука, 1974.