УДК 004.732

**МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В МОДУЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ АСУ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Лякишев А. А.**

*Россия, г. Орёл, ФГБОУ ВПО "Госуниверситет – УНПК"*

Рассматривается методика оптимизации процессов информационного обмена в модульных структурах систем сбора и обработки данных в АСУ ГТП, базирующаяся на использовании замкнутой экспоненциальной модели сети массового обслуживания и отличающаяся возможностью оперирования нечёткими множествами*.*

The technique of optimization of information exchange in the modular structure of systems for the collection and processing data in the ACS of a gas transportation company, based on the use of the exponential model of a closed queuing network and the ability to operate characterized by fuzzy sets.

Оптимальное проектирование модульных структур систем сбора и обработки данных газотранспортных предприятий (ГТП) невозможно без процедуры принятия решений на различных этапах процесса проектирования. Проектирование СПД ГТП характеризуется большим количеством этапов, на каждом из которых необходимо осуществить принятие решения, как на основе каких-либо математических или эвристических методов, так и на основе опыта проектировщика.

**Методика оптимизации процессов информационного обмена в модульных структурах систем сбора и обработки данных. *Первый этап*** представлен в виде алгоритма оптимизация пропускной способности в модульных структурах систем сбора и обработки данных в АСУ ГТП.

Задача оптимизации модульной структуры систем сбора и обработки данных состоит в максимизации ее производительности с учетом того, что она может быть представлена в виде замкнутой однородной CМО при стоимости, не превосходящей заданной, или минимизации стоимости сети при производительности не ниже заданной [1]. Максимум производительности сети не может достигаться внутри области ограничения на стоимость, и, следовательно, должно выпол­няться равенство $S\left(μ\right)=S^{\*}$, где $S^{\*}$ – ограничение по стоимость CМО. Аналогично минимальная стоимость сети достигается при выполнении ограничения на производительность в виде равенства $λ\left(μ\right)=λ^{\*}$. Таким образом, задача оптимизации замкнутой экспоненциальной CМО может быть сформулирована в одной из следующих постановок:

1. Найти: $maxλ=e\_{1}G\_{M}(N-1)/G\_{M}(N)$(1)

при ограничении $S=\sum\_{i=1}^{M}c\_{i}μ\_{i}^{a\_{i}}=S^{\*}, μ>0$

2. Найти: $minS=\sum\_{i=1}^{M}c\_{i}μ\_{i}^{a\_{i}}$ (2)

при ограничении $λ=e\_{1}G\_{M}(N-1)/G\_{M}(N)=λ$

Оптимальное решение задач (1), (2) будем искать методом неопределённых множителей Лагранжа. Составим функцию Лагранжа $Q=λ+γ(S-S^{\*})$*,* где $γ-$ множитель Лагранжа [2]. Получаем окончательную систему нелинейных уравнений относительно переменных $μ\_{i}$*:*

 $μ\_{i}^{a\_{i}}=\frac{S}{\left\{c\_{1}\left[1+\frac{1}{L\_{1}\left(N-1\right)\sum\_{}^{}\frac{a\_{1}}{a\_{i}}\left(L\_{i}\left(N\right)-L\_{i}\left(N-1\right)\right)}\right]\right\}}$ , $μ\_{i}^{a\_{i}}=\frac{a\_{1}c\_{1}}{a\_{i}c\_{i}}μ\_{1}^{a\_{i}}\frac{L\_{i}\left(N\right)-L\_{i}\left(N-1\right)}{L\_{1}\left(N\right)-L\_{1}\left(N-1\right)}, i=(\overbar{2,M})$ (3)

Вектор $μ^{\*}$, являющейся решением системы уравнений (3), доставляет максимум целевой функции $λ\left(μ\right)$ при выполнении ограничения $S\left(μ\right)=S^{\*}$.

Решая аналогичным образом задачу для постановки 2, получаем

$μ\_{1}=λ\*/U\_{1}(N),$ $μ\_{1}^{a\_{i}}=\frac{a\_{1}c\_{1}}{a\_{i}c\_{i}}μ\_{1}^{a\_{i}}\frac{L\_{i}\left(N\right)-L\_{i}\left(N-1\right)}{L\_{1}\left(N\right)-L\_{1}\left(N-1\right)}$, $i=(\overbar{2,M})$ (4)

Таким образом, задача оптимизации замкнутой однородной сети МО сведена к решению системы нелинейных уравнений (3) или (4).

***Второй этап*** представлен в виде алгоритма выбора оптимального потока в модульных структурах систем сбора и обработки данных в АСУ ГТП.

Для решения поставленной задачи, воспользуемся модифицированным алгоритмом отклонения потока.

*Шаг 1.* Определить "веса" линий связи$w\_{kl}$и проинициализировать по­токи в линиях связи $f\_{kl}$:

$w\_{kl}≔\left\{\begin{array}{c}\left[\frac{∂T}{∂f\_{kl}}\right]\_{f\_{kl}=0}=\frac{1}{d\_{kl}};k,l=1,2,…,N:d\_{kl}>0\\\infty , k,l=1,2,…,N:d\_{kl}=0;\end{array}\right.$

$f\_{kl}≔0; k,l=1,2,…,N$

*Шаг 2.* Используя "веса" линий связи $w\_{kl}$*,* определить кратчайшие пути $π\_{ij}$ между всеми парами узлов "источник-адресат". Для нахождения крат­чайших путей в этом случае наиболее подходящим является алгоритм Флойда.

*Шаг 3*. Распределить потоки по кратчайшим путям:

$∀ i,j=1,2,…,N;$$∀\left(k,l\right)\in π\_{ij};$$f\_{kl}:=f\_{kl}+\frac{γ\_{ij}}{μ}$

*Шаг 4*.Вычислить: $T\_{old}=\frac{1}{γ}\sum\_{k=1}^{N}\sum\_{l=1}^{N}\frac{f\_{kl}}{d\_{kl}-f\_{kl}}$

*Шаг 5.* Положить: $γ^{(1)}≔γ$

*Шаг 6.* Положить: $γ^{(2)}≔min\left\{γ,\frac{γ^{(1)}}{ρ\_{max}}\right\}$, где $ρ\_{max}=max\left\{\frac{f\_{kl}}{d\_{kl}}\right\}; ∀\left(k,l\right):d\_{kl}>0$

*Шаг 7.*Пересчитать потоки в линиях связи: $f\_{kl}≔f\_{kl}\*\frac{γ^{(2)}}{γ^{(1)}};k,l=1,2,…,N$

*Шаг 8.* Определить "веса" линий связи $w\_{kl}$ инициализировать потоки по кратчайшим путям $φ\_{kl}:$

$w\_{kl}≔\left\{\begin{array}{c}\frac{∂T}{∂f\_{kl}}=\frac{d\_{kl}}{(d\_{kl}-f\_{kl})^{2}};k,l=1,2,…,N:d\_{kl}>0 и f\_{kl}<d\_{kl}\\\infty , k,l=1,2,…,N:d\_{kl}=0 или f\_{kl}\geq d\_{kl};\end{array}\right.$

$φ\_{kl}≔0;k,l=1,2,…,N$

*Шаг 9*. Используя "веса" линий связи $w\_{kl}$ определить кратчайшие пути $π\_{ij}$ между всеми парами узлов "источник-адресат".

*Шаг 10.* Распределить потоки по кратчайшим путям:

 $∀ i,j=1,2,…,N;$ $∀\left(k,l\right)\in π\_{ij};$$φ\_{kl}:=φ\_{kl}+γ\_{ij}\*\frac{γ^{(2)}}{μ\*γ}$

*Шаг 11.* Найти величину $β\in $ *[0; 1],* минимизирующую функцию:

 $T\left(β\right)=\frac{1}{γ^{(2)}}\sum\_{l=1}^{N}\sum\_{k=1}^{N}\frac{β\*φ\_{kl}+\left(1-β\right)\*f\_{kl}}{d\_{kl}-β\*φ\_{kl}-\left(1-β\right)\*f\_{kl}}$

Поиск величины $β$ можно осуществить любым из известных методов одномерного поиска, например, методом Фибоначчи.

*Шаг 12.* Выполнить отклонение потока на величину $β$:

 $f\_{kl}= β\*φ\_{kl}+\left(1-β\right)\*f\_{kl}; k,l=1,2,…,N$

*Шаг 13.* Вычислить: $T\_{new}=\frac{1}{γ^{(2)}}\sum\_{l=1}^{N}\sum\_{k=1}^{N}\frac{f\_{kl}}{d\_{kl}-f\_{kl}}$

*Шаг 14.* Если $\left|T\_{old}-T\_{new}\right|<=ε$, то STOP:

Если $γ^{(2)}<γ$, то допустимых решений нет;

Если $γ^{(2)}=γ$, то получено оптимальное решение с заданной точностью$ ε$*.* Иначе:

1. положить: $T\_{old}≔T\_{new}, γ^{(1)}:=γ^{(2)}$;
2. если $γ^{(1)}<γ$*,* то перейти к шагу 6; иначе перейти к шагу 8.

Приведенный алгоритм решения задачи выбора оптимальных потоков и определения оптимальных маршрутов в случае альтернативной маршрутизации объединяет в себе шаги построения начального допустимого потока (шаги 1-14) и собственно задачи минимизации средней задержки сети (шаги 8-14).

***Третий этап***представлен в виде алгоритма оптимизации процесса маршрутизации в модульных структурах систем сбора и обработки данных в АСУ ГТП. Ограничение на число исходящих линий *(К)*, используемых для передачи данных из каждого узла к узлу-адресату *j* можно записать в следующем виде:

$\sum\_{i=1}^{N}ν\_{kl}^{(j)}\leq K; j,k=1,2,…,N.$ (5)

***Четвёртый этап*** представлен в виде алгоритма статистического прогнозирования трафика в модульных структурах систем сбора и обработки данных в АСУ ГТП.

*Шаг 1*. Определить рамки временного периода, для которого делается прогноз развития трафика.

*Шаг 2*. Определить факторы, влияющие на трафик в течение исследуемого временного периода и провести прогнозирование на основе анализ зависимости трафика от величины тарифов на основе регрессионных моделей.

*Шаг 3*. В зависимости от выбранной процедуры и на основании имеющейся статистической информации произвести прогнозирование и оценить его достоверность.

Процедура прогнозирования трафика описывается выражением с использованием средней нагрузки сети в момент времени t для m разновидностей услуг.

$Y=\sum\_{i=2}^{m}\frac{k\_{i}N\_{i}}{2}(1+th\left(ω\_{i}t-p\_{i}\right))$ (6)

где *ki* – нагрузка, создаваемая одним элементом *i*-й разновидности услуг.

Для выявления основной тенденции изучаемого процесса чаще всего используется метод наименьших квадратов. Согласно методу наименьших квадратов неизвестные параметры функции выбираются таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений эмпирических данных от значений, вычисленная с помощью выражения:

$S=\sum\_{i=1}^{t}(v\_{э.мин}-f\left(t\right))^{2}\rightarrow min$ (7)

**Заключение.** Решение задачи оптимизации модульных структур систем сбора и обработки данных сводится к решению системы нелинейных уравнений, которая, не содержит частных производных. Такой подход позволяет расширить область применения методов оптимизации модульных структур и снизить вычислительную сложность алгоритмов. Полученная методика оптимизации процессов информационного обмена в модульных структурах систем сбора и обработки данных в АСУ ГТП позволяет произвести оценку их наиболее важных показателей, выбрать на основании предложенного критерия оптимизации маршрут и произвести прогнозирование дальнейшего развития нагрузки на исследуемую модульную структуру.

Литература

1. Еременко, В.Т. Рекурсивный алгоритм оценки минимальной величины канального ресурса в сети передачи данных. / В. Т. Еременко, Л.В. Кузьмина, Д. А. Плащенков, Д. А. Краснов // Информационные системы и технологии. – 2012, № 4. С. 97 – 102.
2. Вишневский В.М., Федотов Е.В. Анализ методов маршрутизации при проектировании сетей пакетной коммутации // 3-rd I.S. "Teletraffic Theoryand Computing Modeling". - София, 1992.

**Лякишев Александр Александрович,** аспирант кафедры "Электроника, вычислительная техника и информационная безопасность" ФГБОУ ВПО "Госуниверситет – УНПК", г. Орел, тел.: 8(919) 777-06-64, E-mail: stiplchez@list.ru