

1. ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЕ СКРЫТОГО ПАРАЛЛЕЛИЗМА ПРОТОКОЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СПД ПИК полагается, что в полумарковской модели СПД ПИК имеется несколько простых путей от источника к стоку, отличающихся случайным временем прохождения пакетов. Тогда распределение времени передачи будет многомодовым.

СПД ПИК моделируется СМО $M/M/1-M/G/1$, в которой на вход второй фазы приходит простейший поток пакетов. В соответствии с теоремой Берке задача вычисления распределения промежутков времени между последовательными требованиями, поступающими во вторую фазу, эквивалентна задаче нахождения распределения промежутков времени между последовательными требованиями, уходящими с фазы первичной обработки. Следовательно, на вход второй фазы системы также подается пуассоновский поток (зависимость между длительностью обработки пакетов и порядком их обработки отсутствует). Вторая фаза СПД отражается СМО $M/G/1$, в которой время обслуживания характеризуется выходной величиной GERT-сети протокола передачи канала. GERT-сеть разлагается на сумму параллельных частичных графов, в каждом из которых имеется только один простой s-t-путь.

Улучшение характеристик протокола возможно, если:

- 1) время прохождения хотя бы одного параллельного простого s-t-пути в модели GERT характеризуется одномодовым распределением с сильно затянутым хвостом;
- 2) наличие простых s-t-путей порождает многомодовое распределение вероятностей.

Уменьшения длины хвостов распределений можно добиться:

- 1) уменьшением вероятности переходов на возвратные дуги;
- 2) уменьшением времени прохождения этих дуг путем повышения качества работы соответствующих компонент системы.

За счет изменения характеристик операций протокола в параллельных s-t-путях минимизируется среднеквадратический коэффициент вариации времени передачи пакета. На основании теоремы Литтла и формул Полячека-Хинчина для СМО $M/G/1$ находятся средние значения для стационарного режима работы канала: числа пакетов в канале, число пакетов, находящихся в очереди, времени передачи пакета через канал, длительности периодов занятости и простоя.

2. На вход СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С РАЗДЕЛЕНИЕМ ТРАФИКА НА ПРОФИЛИ поступает два потока: синхронный трафик, характеризующийся пуассоновским потоком кадров, и асинхронный трафик кадров ИИ.

Пусть $V_1, V_2, \dots$ есть случайные интервалы последовательных перерывов, которые делает СПД на передачу асинхронных кадров. Найдена производящая функция моментов времени передачи кадра ИИ в по агрегированному каналу с учетом коэффициента готовности подканалов. Кадры наивысшего приоритета передаются непрерывно до тех пор, пока не

начнется период простоя. Оценивается длительность перерыва, в течение которого могут передаваться кадры более низких приоритетов и его влияние на увеличение средней задержки в очереди кадров наивысшего приоритета. СПД ПИК представлена СМО M/G/1.

Найдены средние значения: числа кадров в системе и очереди, времени пребывания кадра ИИ в СПД и входном буфере, как в режиме с перерывами, так и без перерывов.

3. В методе НАХОЖДЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВРЕМЕНИ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ДВУХПУТЕВЫМ ДВУХФАЗОВЫМ СЕТЯМ для нахождения вариации времени передачи пакетов ИИ используется нормированное распределение Эрланга.

Найдена производящая функция моментов времени передачи потока через двухфазное соединение $M(s)$. Выполняя в формулах замену переменных $s=-z$ получаем функцию $\Phi(z)$. Если функция $\Phi(z)$ в полуплоскости $\operatorname{Re} z < 0$ удовлетворяет условиям леммы Жордана, то интеграл, взятый вдоль контура Бромвича, равен сумме вычетов функции $\Phi(z)$ относительно всех ее особенностей. Для того, чтобы выполнялись условия леммы Жордана, необходимо, чтобы в левой полуплоскости функция $\Phi(z)$ была аналитической за исключением конечного числа полюсов, и равномерно относительно аргумента z стремилась к нулю при z стремящемся к бесконечности. Для функции $\Phi(z)$ выполняются условия леммы Жордана. Она является аналитической, равномерно сходится к нулю относительно аргумента z при z стремящемся к бесконечности и имеют полюсы некоторой кратности в точках левее начала координат контура Бромвича.

Плотность распределения вероятностей $g(t)$ времени передачи потока по двухфазному пути находится разложением функции $\exp\{zt\}\Phi(z)$ в ряд Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки. Если $f(z)$ - функция, аналитическая во всякой точке расширенной плоскости комплексного переменного, за исключением конечного числа изолированных особых точек, то сумма вычетов относительно всех ее особенностей (включая и бесконечно удаленную точку) равна нулю.

Особенностью этого метода является то, что не нужно искать вычеты разных порядков относительно полюсов подинтегральной функции, а сразу находится сумма вычетов через разложение Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки. Пусть функция $f(z)$ аналитична в некоторой окрестности бесконечно удаленной точки (кроме самой точки z равной бесконечности). Положим $z=1/w$. При этом преобразовании бесконечно удаленная точка переходит в точку $w=0$, а окрестность бесконечно удаленной точки, в которой функция $f(z)$ аналитична, переходит в окрестность точки . Функция $h(w)=f(1/w)$ является аналитической в окрестности точки $w=0$. Если разложение функции в ряд Лорана в окрестности точки $w=0$ есть $h(w)$, то возвращаясь к прежней переменной $z=1/w$, получаем $f(z)=h(1/w)$. Это разложение называется разложением функции $f(z)$ в ряд Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки.

Через разложение Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки находится плотность распределения вероятностей $g(t)$, а по ней и функция распределения вероятностей времени передачи пакета $F(t)$. Знание функций $F(t)$ первой и второй фазы позволяет найти функции распределения времени передачи потока по агрегированному тракту между оконечными узлами сети VLB, состоящего из двух параллельно и согласованно работающих путей, а также вычислить значения среднего времени передачи и его вариацию, которые входят в задачу оптимизации загрузки физических каналов VLB-сети в качестве ограничений-неравенств.

Кроме того, знание функций $h(w)$ для каналов в сетях доступа VLB древообразной структуры, к которым относятся наиболее широко распространенные локальные сети Ethernet на основе коммутаторов, позволяет получить распределения времени передачи пакетов и через многофазные пути сети VLB.

4. В методе НАХОЖДЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ СЛУЧАЙНОЙ ДЛИНЫ находится производящая функция моментов $M(s)$ времени передачи пакета по агрегированному каналу СПД ПИК. Кадр делится на отдельные пакеты, которые могут передаваться параллельно и согласованно по двум каналам.

Входной поток измерительной информации составляет совокупность кадров, передаваемых без интервалов. Число передаваемых пакетов задается производящей функцией. Время передачи потока определяется нахождением суммы случайного числа независимых случайных величин с одним и тем же распределением и производящей функцией моментов $M(s)$. Пусть N - целочисленная случайная величина с производящей функцией $A(s)$ и не зависящая от всех t . Тогда случайная сумма случайных слагаемых имеет распределение, описываемое производящей функцией моментов $B(s)=A[M(s)]$, где $A(s)$ - производящая функция, описывающая случайное число передаваемых кадров, содержащих ИИ.

Предлагается метод нахождения закона распределения времени передачи потока в параллельном режиме в виде аналитического выражения. Выполняется переход от производящей функции моментов $B(s)$ к функции $\Phi(z)$ заменой переменных $z=-s$. Так как функция $\Phi(z)$ в полуплоскости $\text{Re} z < 0$ удовлетворяет условиям леммы Жордана, то интеграл взятый вдоль контура Бромвича, равен сумме вычетов функции $\Phi(z)$ относительно всех ее особенностей, а плотность распределения вероятностей времени передачи потока ИИ в виде аналитического выражения находится через вычеты.

Представление распределений времени передачи агрегированного канала в виде формул открывает дополнительные возможности анализа более сложных систем телекоммуникаций на основе типовых агрегированных каналов. Например, возможно нахождение путем двойного дифференцирования точек локальных экстремумов, нахождения по функции плотности распределения вероятностей производящей функции моментов для использования в более сложных моделях и т. д. При увеличении числа

пакетов в потоке число операций, связанных с нахождением вычетов, растет экспоненциально. Поэтому данный метод можно использовать при небольшом числе пакетов в потоке. Вместе с тем, потоки, содержащие малое число пакетов, часто встречаются на практике при подаче управляющих сообщений на ИС.

5. В методике ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТОКОВ В СПД ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ используется генетический алгоритм оптимизации сети. Каждая линия имеет предельную скорость передачи C . При многопутевой маршрутизации находятся неотрицательные значения переменных x - скорости передачи трафика из маршрутизатора j в маршрутизатор k , который суммируется по всем парам вход-выход. Минимизируется сумма $g(y/C)$, где y - объем трафика по каждой линии. Вводится выпуклая, неубывающая и дважды дифференцируемая экспоненциальная штрафная функция g , которая возрастает при увеличении нагрузки линии. В качестве ограничений используются неотрицательные значения предельного времени задержки передачи и ее вариации.

Определены значения величины мутации и размера начальной популяции, которые обеспечивают наилучшую сходимость генетического алгоритма к оптимальному решению.