

2. Т.А. Онуфриева, В.А. Крысин. Разработка интернет сервиса по созданию электронного библиотечного тифло-каталога для библиотек.//Сборник статей Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы технических наук» г.Уфа. 10июня 2015г. Стр. 86-88.

© Т.А. Онуфриева, И.А. Крысин, 2015

УДК: 004.322

**Т.А.Онуфриева**

кафедра «Компьютерные системы и сети», к.т.н., доцент  
Калужский филиал МГТУ им.Н.Э.Баумана

**А.А. Зайцева**

кафедра «Компьютерные системы и сети», студентка 6 курса  
Калужский филиал МГТУ им.Н.Э.Баумана

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЕТИ IP-ТЕЛЕФОНИИ

### Аннотация

В статье рассматриваются некоторые вопросы моделирования интегрированных сетей телефонной связи с коммутацией каналов и пакетов. Предлагается рассмотреть вопрос эффективности доставки сообщений от отправителя до получателя на основе модели сетей Петри.

### Ключевые слова

Сети Петри, IP-телефония, моделирование, задача о максимальном потоке.

IP-телефония занимает ведущее положение в корпоративном сегменте рынка связи. Это объясняется уменьшением затрат на связь и возможностью передачи большого количества разнородных данных. Возможны разные способы внедрения IP-телефонии в организации, каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки. Построение сетей IP-телефонии требует использования специализированных технических средств и программного обеспечения, при этом необходимо учитывать структуру сети обмена информацией на предприятии. Для обеспечения взаимодействия абонентов традиционной и IP-телефонии используются IP-шлюзы. При проектировании сети необходимо учитывать размещение шлюзов: либо во всех центральных офисах (такое решение- надежно, но обладает высокой стоимостью) или в некоторых. Решение отражается на структуре сети и учитывается при построении модели.

Для анализа параметров IP-телефонии как: максимальная пропускная способность, наличие блокировок, анализ причинно-следственных связей, структуры сети, динамику функционирования – удобно воспользоваться сетями Петри. Сетевые методы описания и анализа процессов хороши тем, что используемые в них абстракции близки к интуитивным представлениям о процессах.

Сетью Петри называется совокупность множеств  $C = \{P, T, I, O\}$ , где:

$P$  – конечное множество, элементы которого называются позициями;

$T$  – конечное множество, элементы которого называются переходами,

$I$  – множество входных функций,  $I : T \rightarrow P$ ;

$O$  – множество выходных функций,  $O : T \rightarrow P$ .

Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный мультиграф с вершинами двух типов – позициями и переходами, где дугами могут соединяться только вершины различных типов. Каждая из дуг имеет свой вес.

Сеть называется маркированной, если существует функция  $\mu$ , называемая маркировкой (разметкой) сети, которая ставит в соответствие неотрицательное целое число каждому элементу множества  $P$ .

Маркированная сеть Петри задается пятеркой  $C_\mu = \{P, T, I, O, \mu\}$ , где  $\mu$  – целочисленный вектор  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$ ,  $n = |P|$ ,  $\mu_i = \mu(p_i)$ ,  $i = \overline{1..n}$ .

Переходы соответствуют событиям, отображающим начало или завершение моделируемых операций. Действия в сети отображаются срабатываниями переходов. Срабатывание перехода  $t$  означает удаление по одной метке из каждой позиции  $p_i$ , если существует дуга из  $p_i$  в  $t$ , и добавление метки в каждую позицию  $p_j$ , если имеется дуга из  $t$  в  $p_j$ . Переход называется разрешенным, если каждая из его входных позиций имеет число меток не меньше, чем число дуг из позиции в переход. Переход срабатывает только в том случае, когда он разрешен.

Интегрированные сети телефонной связи с коммутацией каналов и пакетов получили широкое распространение. В таких сетях часть абонентов обслуживается цифровыми АТС, работающими в режиме коммутации каналов, а другая часть средствами IP-телефонии. Основным недостатком IP-телефонии является зависимость качества связи от используемого канала, его загруженности, хотя можно более эффективно использовать канал связи за счет его уплотнения. На качество влияют такие факторы как: полоса пропускания канала передачи данных, потеря пакетов, используемый кодек, наличие/отсутствие «эха», параметры каналов связи, дисперсия задержки (джиттер) [1]. Использование средств IP-телефонии позволяет снизить затраты на организацию телефонной связи. Каждый установленный IP-шлюз может обеспечить обслуживание любого из абонентов сети. Распределение абонентов ЦАТС и IP-телефонии между шлюзами, является задачей, направленной на рациональное использование полосы пропускания. Решение такой задачи означает поиск такого варианта распределения трафика между вышеуказанными сетями, который бы удовлетворял нормам качества обслуживания абонентов и обеспечивал бы передачу трафика с наибольшей пропускной способностью. Для решения задачи передачи трафика с наибольшей пропускной способностью можно воспользоваться алгоритмом максимального потока. Основным в теории потоков является понятие сети. Сеть это взвешенный конечный граф  $G$  без циклов и петель (рисунок 1), ориентированный в одном общем направлении от вершины  $I$ , являющейся входом (истоком), к вершине  $S$ , являющейся выходом (стоком). Пропускная способность от узла к узлу одинакова в обоих направлениях и равна  $\rho$ . В теории оптимизации и теории графов, задача о максимальном потоке заключается в нахождении такого потока по транспортной сети, что сумма потоков из истока, или сумма потоков в сток максимальна. Решение этой задачи базируется на теореме Форда и Фалкерсона, в которой говорится, что для любой сети с одним источником и одним стоком максимальная величина потока из истока в сток равна минимальной пропускной способности разреза, отделяющего  $I$  от  $S$ .

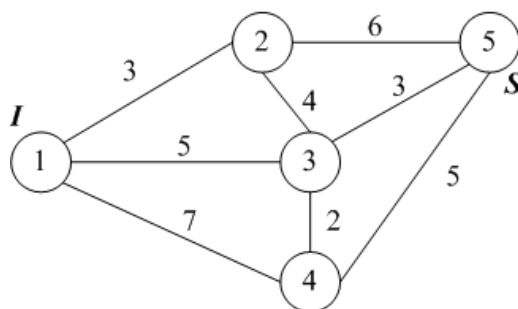


Рисунок 1 – IP-сеть представленная в виде графа.

Структуру IP-сети можно представить в виде графа, который в свою очередь можно преобразовать в сеть Петри (рисунок 2). Преобразование графа в сеть Петри производится по следующим правилам [2]:

- каждой  $i$  вершине графа в сети Петри в соответствие ставится позиция с именем  $i$ ;
- вместо дуги от вершины  $i$  к вершине  $j$ , в сети Петри создаются два перехода и две позиции, которые содержат количество фишек, равное пропускной способности этих дуг;
- посредством этих переходов реализуется движение информации;

- роль информационного ресурса (данных) будут выполнять фишки.

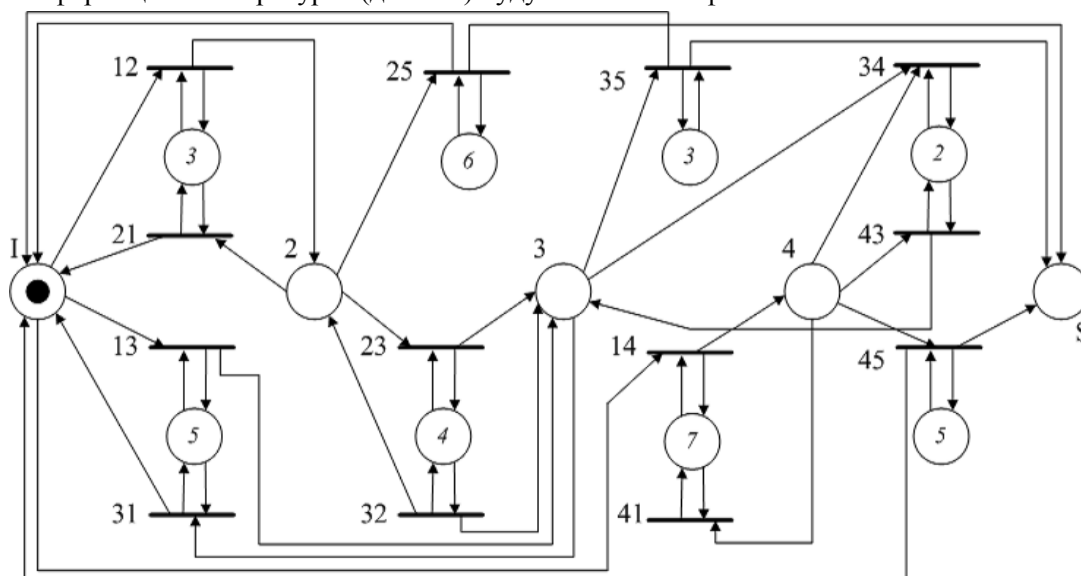


Рисунок 2 – Сеть Петри, полученная после преобразования графа.

При построении алгоритма максимального потока посредством сети Петри минусом является недетерминированность срабатывания переходов. Поэтому количество запусков переходов может быть достаточно большим, но в конечном итоге сеть зайдет в тупик и все фишки окажутся в стоке. Для того чтобы упорядочить выполнение сети необходимо ввести расширение – динамические приоритеты.

Приведенная на рисунке 2 сеть Петри позволяет выполнить моделирование движения данных и провести контроль этого движения. Данные моделируются фишками, цифровые АТС и IP-телефоны представляются вершинами сети. Переходы соединяют вершины и реализуют движение данных по линиям связи. В отличие от событийных моделей, сети Петри всегда точно определяют состояние сети, расположение данных. Анализ сети IP-телефонии представленной в виде сети Петри может использоваться для нахождения блокировок, программной поддержки мониторинга, моделирования и движения данных.

При построении модели целесообразно использовать различные расширения. Для того чтобы пропускать через узлы только определенный тип данных можно ввести раскраску сетей. Фишки трансформируются в объект, который может содержать в себе один или более параметров, каждый из которых может принимать дискретный набор значений. К позициям добавляется информация о типах фишек. К переходам может быть добавлена информация с инструкцией возбуждения перехода в зависимости от значений переменных, содержащихся в фишках. К исходящим дугам добавляется информация о типах фишек, исходящих из перехода и о преобразовании переменных. Для передачи данных между фишками различных цветов используются выражения на дугах. Переменные на дугах, входящих в переход, конкретизируются значениями компонент цветов фишек, находящихся во входной позиции. Выражения на дугах, исходящих из перехода, формируют фишку для выходной позиции. Таким образом, переход может порождать фишки любого цвета.

Кроме того, для более детального исследования цифровых АТС можно использовать сети Петри, представленные в виде иерархической композиции объектов. Каждый узел в такой сети можно представить в виде отдельной сети Петри.

При построении модели для снижения затрат и повышения надежности рассмотрен вариант с размещением IP-шлюза не только в головном офисе, но и в некоторых центральных офисах. При этом необходимо определить количество и места размещения IP-шлюзов и решить задачу доведения сообщений от источника до получателя при наличии дестабилизирующих факторов. Для того чтобы

проверить сеть на наличие блокировок необходимо решить задачу достижимости одной маркировки из другой.

Использование расширенных сетей Петри позволит промоделировать работу сети IP-телефонии, найти ее слабые места, блокировки, как в аппаратной, так и программной части, решить задачу пропускной способности сети и перераспределения трафика.

#### **Список использованной литературы:**

1. Основные подходы к разработке IP-телефона / Т.А. Онуфриева, А.А. Зайцева // Инновационное развитие современной науки: матер. Международной научно-практической конференции.- Уфа, 2015. – Т.1 – С.149-152.
2. Моделирование сетями Петри решения классической задачи о максимальном потоке/ Михайлов А.С. // Международный журнал экспериментального образования. –М., 2011. – № 11. – С. 85-89.

© Т.А. Онуфриева, А.А. Зайцева. 2015

**УДК 621.314**

**А.Ю. Попов**

к.т.н., старший преподаватель, КВВАУЛ  
г. Краснодар, Российская Федерация

## **АВТОНОМНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

### **Аннотация**

Предлагается в качестве источника электроэнергии в ветроэлектрических установках использовать асинхронный генератор, а стабилизацию параметров электроэнергии осуществлять непосредственным преобразователем частоты

### **Ключевые слова**

Ветроэлектрическая установка, асинхронный генератор, непосредственный преобразователь частоты

Перспективным является направление разработки и внедрения ветроэлектрических установок (ВЭУ) в регионах России, где средняя годовая скорость ветра превышает 3 м/с [5, с.7 – 10].

Важными функциональными элементами ВЭУ являются автономный источник и стабилизатор параметров электроэнергии, от которых зависят КПД, показатели надёжности и ресурс работы ВЭУ [6, с. 3].

Основными недостатками устройств стабилизации параметров электроэнергии ВЭУ являются: сложная конструкция механической части, обеспечивающая стабилизацию частоты вращения ветроколеса; двойное преобразование электроэнергии при использовании генератора постоянного тока (напряжение переменного тока в напряжение постоянного тока, а затем в обратном порядке). Эти факторы приводят к значительному снижению КПД и показателей надёжности ВЭУ.

Одно из перспективных направлений, позволяющее улучшить характеристики ВЭУ, связано с применением в их составе бесконтактного генератора переменного тока – асинхронного генератора с емкостным возбуждением (АГ) [2, с.30 – 31].

Раскрываются в настоящее время также перспективы применения в качестве стабилизатора напряжения и частоты тока АГ непосредственных преобразователей частоты (НПЧ) [4, с.6 – 8].

Для эффективного применения НПЧ в составе ВЭУ необходимо, чтобы генератор генерировал напряжение частотой от 150 Гц. Это может быть достигнуто за счёт увеличения числа пар полюсов или частоты вращения ротора электрической машины. Применение НПЧ позволит, отказавшись от автоматической системы стабилизации частоты вращения ветроколеса, упростить конструкцию механического редуктора и систему стабилизации параметров электроэнергии ВЭУ [1, с.57].