

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ТРАНСПОНДЕРА БОРТОВОГО РЕТРАНСЛЯЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СПУТНИКА СВЯЗИ

Савенко И.И., Суходоев М.С.

Научный руководитель: Цапко С.Г.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

igsavenko@tpu.ru

За счет наращивания пропускной способности бортовых ретрансляторов СР с целью максимально эффективного использования выделенных позиций на геостационарной орбите и увеличения экономической эффективности СР, происходит усложнение схемы БРТР. Можно выделить следующие факторы влияющие на усложнение структуры:

1. количество транспондеров БРТК;
2. средства резервирования;
3. использование схемы с многократным преобразованием частоты;
4. обеспечение прямого и обратного канала связи.

Учитывая выше описанные факторы и то, что в состав одного транспондера прозрачного типа может входить порядка 20 устройств (включая переключатели) и то, что количество транспондеров в современных РТР может достигать 100, как следствие коммутационная матрица достигает значительных размеров, а схема разрастается до колоссальных размеров, то процесс конфигурации в ручном режиме становится затруднительным для оператора, в статье предлагается алгоритм нахождения оптимальной конфигурации БРТК в лете, где БРТК рассматривается как ориентированный взвешенный граф. В предыдущей статье была разработана математическая модель, основанная на теории автоматов, что позволило определить критерии, которые должны быть учтены при нахождении оптимальной конфигурации транспондера.

Связанные работы

В статье [2] ученые выделяют 3 задачи возникаемые при нахождении оптимальной конфигурации ретранслятора:

1. Начальная конфигурация на земле. Данная задача возникает на этапе проектирования РТР и заключается в определении начальных позиций переключателей, для оптимальной начальной конфигурации в лете.

2. Конфигурация в лете. При решении данной задачи необходимо свести к минимуму количество используемых переключателей, а также количество их вращений.

3. Реконфигурация РТР в лете с активными транспондерами. Задача реконфигурации может возникать в случае отказа активного оборудования, при решении данной задачи необходимо обеспечить минимальное прерывание активных

каналов, минимизировав количество вращаемых переключателей.

В этой же статье авторы приводят математические модели для каждой вышеописанной задачи, а также описание разработанных ими успешных алгоритмов. Их модели позволяют находить все возможные конфигурации (состояния) БРТК в зависимости от текущего состояния, что не всегда является необходимым оператору.

Другие ученые в статье [1] предлагают использование рекурсивного алгоритма поиска в ширину для нахождения всех возможных путей коммутации каналов. Проведенные учеными эксперименты показали эффективные результаты на не большой коммутационной сети (семь переключателей и девять усилителей), но можно ожидать, что для больших коммутационных сетей алгоритм будет ограничен из-за его временной сложности.

Хочется отметить, что на практике для оператора вместо полного перебора всех возможных решений, больший интерес представляет единственное оптимальное решение для конкретного состояния БРТК.

Описание алгоритма

Алгоритм предлагаемый в данной статье является частным случаем задачи реконфигурирования РТР в режиме эксплуатации, суть алгоритма заключается в нахождении оптимальной конфигурации транспондера, учитывая следующие ограничения: минимальное количество устройств, входящих в состав транспондера;

- работоспособность и состояние бортового оборудования (включен, выключен или вышел из строя);
- резервное оборудование и соответствие входных портов с выходами ранжированных по приоритету.

Описание схемы РТР в программном виде представляется как граф и хранится в многосвязном списке. Это связано с представлением узлов графа полноценными программными моделями приборов с заложенным в них поведением и свойствами, что позволяет определить, например, статус прибора, его тип или положение переключателя. Список формируется при инициализации алгоритма и имеет сложность $O(n^2)$. Список хранит указатели на объекты, а также указатели на входные и выходные элементы с различной степенью связности -

количество полей структурных указателей. Такие структуры организации данных называют плексами (plexus - сплетение).

Текущую конфигурацию РТР необходимо учитывать при преобразовании схемы РТР во взвешенный ориентированный граф. Для этого необходимо следовать правилам:

- все устройства обозначаются в виде узлов графа;
- все возможные соединения устройств отображаются в виде ребер, соединяющие соответствующие узлы графа.

– веса (длины) ребер, входящие в резервные устройства, устанавливаются равными максимальному количеству переключателей в одной матрице переключателей. Остальные веса ребер устанавливаются равными 1.

– соединения вышедших из строя устройств в графе не отображаются (например, устройства С5 и Н2 на рисунке ...);

– переключатели, через которые проходят активные транспондеры, отображаются в графе в виде двух узлов и ребер, соединяющие устройства при текущем положении переключателя

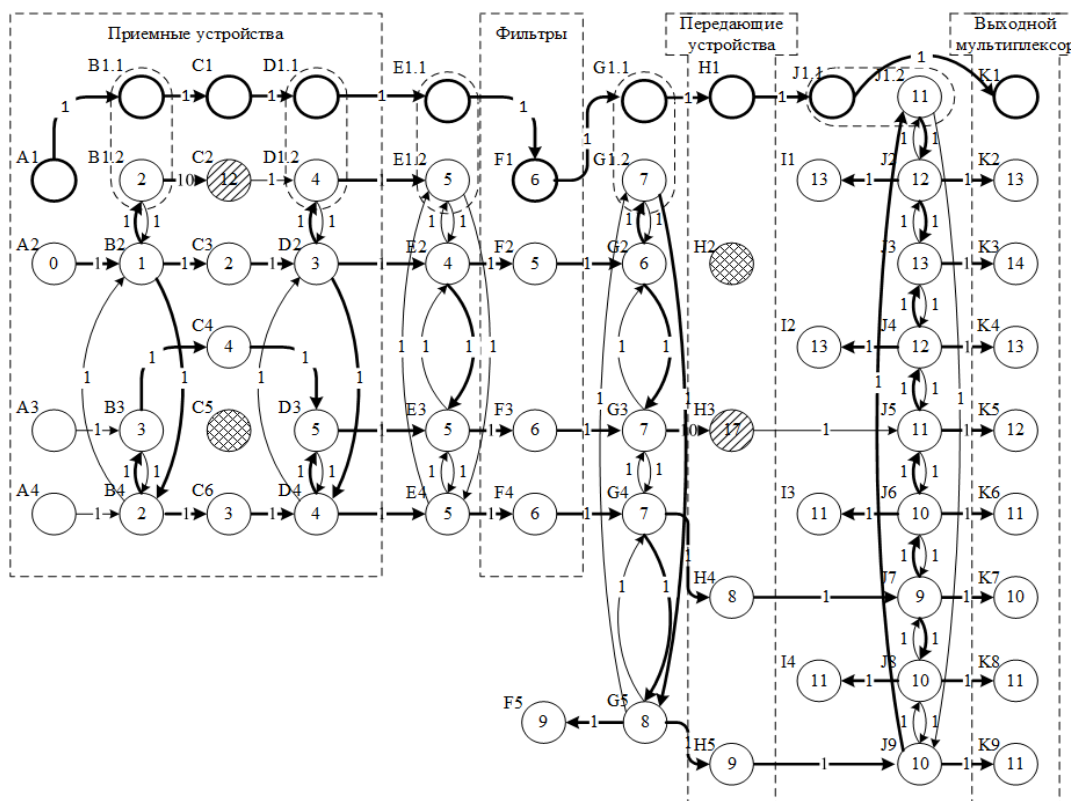


Рисунок 1 - Ориентированный взвешенный граф, соответствующий схеме РТР

В реализованном алгоритме предлагается использовать матрицу приоритетов для оптимизации поиска оптимальной конфигурации транспондера, в данной матрице описываются соответствие входных портов и выходов (отсортированных по приоритету). Реализация алгоритма ведется в рамках разработки платформы проектирования средств управления бортовым ретрансляционным комплексом, представленной в статье [3].

Список литературы

1. Gulgonul, S., E. Koklukaya, I. Erturk, and A. Y. Tesneli. 2012. "Communication Satellite Payload Redundancy Reconfiguration." In Proceedings of the First IEEE Aerospace and Electronic Systems

- Society (AESS) European Conference on Satellite Telecommunications (ESTEL 2012), 2–5 October 2012, Rome. doi:10.1109/ESTEL.2012.6400090

2. Apostolos Stathakis, Grégoire Danoy, Pascal Bouvry, El-Ghazali Talbi & Gianluigi Morelli (2015): Optimizing communication satellites payload configuration with exact approaches, Engineering Optimization, DOI: 10.1080/0305215X.2014.995176

3. Савенко, Игорь Игоревич. Платформа структурного описания схем бортовых ретрансляторов [Электронный ресурс] / И. И. Савенко, М. С. Суходоев, С. Г. Цапко // Перспективы науки. – 2014. – № 1 (52). – [С. 60–62]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет.