

Комплексная методика формирования структуры транспортной сети связи телекоммуникационной системы специального назначения

Столярова М.И.

Шестанов А.В.

к.т.н., старший научный сотрудник ОАО «НИИ «Рубин», г. Санкт-Петербург

Аннотация

Задача формирования структуры транспортной сети связи в статье представлена в виде совокупности взаимоувязанных подзадач: синтеза структуры (топологической и потоковой) транспортной сети связи; реконструкции структуры транспортной сети связи; оценки структуры транспортной сети связи в условиях воздействия на нее внешних дестабилизирующих факторов; распределения систем передачи на структуру транспортной сети связи; оценки временных и материальных ресурсов, потребных для реализации сформированной структуры транспортной сети связи. Предложены методические средства для их решения.

Ключевые слова: транспортная сеть; телекоммуникационная система; внешние дестабилизирующие факторы; сеть связи; топология.

Введение

Задача формирования структуры транспортной сети связи (ТСС) предназначена для применения на этапах проектирования (планирования) и оперативно-технического управления связью в телекоммуникационной системе специального назначения (ТКС СН) и решается путем синтеза и реконструкции ее структуры при условии минимизации по критерию расхода сил и средств.

Анализ текущего состояния, перспектив развития, а также особенностей построения современных ТСС с повышенными требованиями к устойчивости функционирования позволяет сделать вывод о целесообразности включения в состав комплексной методики формирования структуры ТСС следующего ряда взаимоувязанных частных методик: синтеза (на этапе проектирования) структуры (топологической и потоковой) ТСС; реконструкции (на этапах восстановления, модернизации) структуры ТСС; оценки структуры ТСС в условиях воздействия на нее внешних дестабилизирующих факторов (ВДФ); распределения систем передачи на структуру ТСС; оценки временных и материальных ресурсов для реализации сформированной структуры ТСС [1].

Комплексная методика формирования структуры транспортной сети связи

Предлагаемая методика синтеза структуры ТСС включает процедуры формирования ее топологической и потоковой структуры.

Процедура формирования топологической структуры ТСС заключается в определении числа и местоположения узлов $A = \{a_i\}$, $i = \overline{1, N}$ и построении линейной основы сети $B = \{b_{ij}\}$, $i, j = \overline{1, N}$ [2].

В условиях отсутствия достаточно полной информации об интенсивностях входных потоков, требуемых видах связи, количестве оборудования и т. п., при известных: стоимости аренды каналов, количестве узлов связи в ТСС, длин кратчайших (основных) и обходных маршрутов между узлами связи, формирование топологической структуры ТСС осуществляется по критериям стоимости и надежности с применением модифицированного комбинаторного подхода [3]. С этой целью ТСС представляется в виде сети, отображаемой графом $G(A, B)$, а в критериальной части используется нижняя оценка стоимости и числа ребер в графе, отображающем ее топологию (т. е. нижняя оценка надежности сети).

Предлагаемая в методике синтеза структуры ТСС *процедура формирования ее потоковой структуры* включает решение следующих основных взаимоувязанных задач: определение стоимости строи-

тельства основных и резервных линий связи (ветвей графа $G(A, B)$); определение ресурса пропускной способности u_{ij} линий связи ТСС для пропуска информационных потоков пользователей ТСС с учетом обеспечения требуемой структурной устойчивости.

Определение стоимости строительства основных и резервных линий связи осуществляется с использованием результатов формирования топологической структуры ТСС (графа $G(A, B)$), определяющей количество N , места размещения узлов A , длину основных и резервных линий передачи.

Определение пропускной способности u_{ij} ребер графа $G(A, B)$ заключается в распределении потоков информации пользователей ТСС по кратчайшим путям (маршрутам) между ними с учетом обеспечения требуемой устойчивости (коэффициента связности). Для этих целей используется модель базового распределения нагрузок (ресурсов) на основе «золотой» пропорции [4].

В методике реконструкции структуры ТСС предложено иметь процедуру формирования допустимых вариантов реконструкции структуры ТСС и процедуру оценки и выбора рационального варианта реконструкции структуры ТСС.

В процедуре формирования допустимых вариантов реконструкции структуры ТСС для поиска k допустимых планов используется полиномиальный алгоритм нахождения заданного числа k лучших решений для задач на матроидах. В этом алгоритме переход от одного плана решения задачи к другому с понижением значения целевой функции осуществляется до тех пор, пока не войдут в заданные ограничения. Достоинство метода состоит в том, что при поиске оптимального решения не рассматриваются заведомо непригодные «лишние решения», не укладывающиеся в последовательность (множество Парето) [5].

Процедура оценки и выбора рационального варианта реконструкции структуры ТСС относится к классу задач многопараметрической оценки по множеству показателей. Выбор рационального варианта в ней предложено осуществлять по критерию максимума значения обобщенного показателя качества.

Методика оценки структуры транспортной сети связи в условиях воздействия на нее ВДФ предназначена для обязательной проверки синтезируемого при планировании связи или разработанного при реконструкции рационального варианта структуры ТСС на соответствие предъявленным требованиям в условиях воздействия на нее преднамеренных ВДФ. Для выявления соответствия ТСС предъявляемым требованиям используется способ сравнения вероятности своевременной доставки пакетов в ТСС с заданной. Для чего с применением аппарата топологического преобразования стохастических сетей [6] получены соответствующие аналитические соотношения [7].

Методика распределения систем передачи на структуру ТСС сводится к решению задачи распределения узлового и линейного ресурсов на структуру ТСС оптимальным образом. Для решения задачи в такой постановке предложено, как и в процедуре формирования потоковой структуры ТСС, использовать модель базовых соотношений распределения ресурсов на основе «золотой» пропорции [4].

Использование оценки временных и материальных ресурсов для реализации сформированной структуры ТСС обеспечивает минимизацию значения многомерного вектора, учитывающего количество ресурсов, их стоимость и время выполнения всего комплекса работ по формированию ТСС. Задачу в такой постановке предложено решить с применением теоретико-графовых моделей, базирующихся на методах дискретной математики [8]. Это позволяет находить оптимальное решение без поиска всех эквивалентных решений, исключая их перебор. Обобщенная схема комплексной методики формирования структуры ТСС ТКС СН представлена на рис. 1.

Заключение

Использование предложенной комплексной методики при формировании структуры ТСС позволяет выработать вариант ее построения, обеспечивающий достижений заданных характеристик с минимизацией материальных и временных ресурсов.

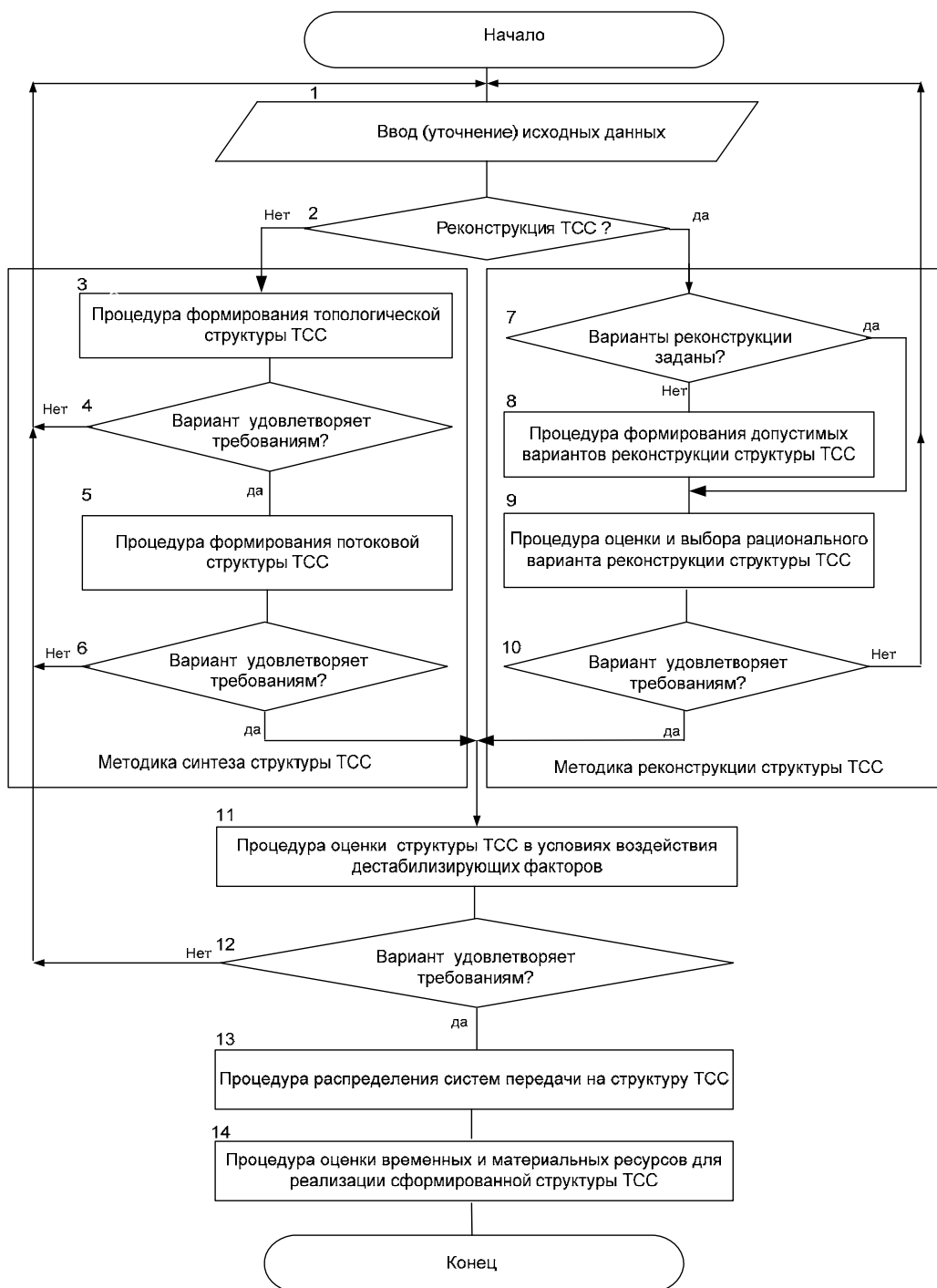


Рис. 1. Обобщенная схема комплексной методики формирования структуры ТСС

Литература

1. Столярова М.И. Задача формирования структуры транспортной сети связи и ее математическая модель // II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании»: Сб. науч. статей/ под ред. Доценко С.М. СПб.: Издательство СПбГУТ. 2013. С. 514–518.
2. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера. 2003. 512 с.

3. Жожикашвили В.А., Вишнеvский В.М. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ. М.: Радио и связь. 1988.
4. Ясинский С.А. Прикладная «золотая» математика и ее приложения в электросвязи. М.: Горячая линия – Телеком. 2004. 239 с.
5. Першин О.Ю. Метод нахождения последовательности лучших решений для задач оптимизации на конечных множествах и задача реконструкции сети // Автоматика и телемеханика. 2002. № 6. С. 73–84.
6. Привалов А.А. Метод топологического преобразования стохастических сетей и его использование для анализа систем связи ВМФ. СПб: ВМА. 2000. 166 с.
7. Привалов А.А., Бабкова М.И. Модель процесса передачи пакетов данных по IP-сети в нестационарных условиях // Телекоммуникационные технологии. Науч.-техн.журнал. 2006. Вып. № 2. С. 83–89.
8. Хадонов З.М. Теоретико-графовые модели информационных технологий при распределении ресурсов // Информационные технологии. 1997. № 10. С. 31–34.

Для цитирования:

Столярова М.И., Шестаков А.В. Комплексная методика формирования структуры транспортной сети связи телекоммуникационной системы специального назначения // *i-methods*. 2010. Т. 1. № 1. С. 20–23.

Complex methods of formation of the structure of the transport network connection, a telecommunication system for special purposes

Stolyarova M.I.
Shestakov A.V.

Ph.D., senior researcher, JSC "scientific research Institute "Rubin", St. Petersburg

Abstract

The task of forming the structure of a transport network connection (TCC) is presented in the article as a set of interrelated subproblems: the synthesis of structure (topological and streaming) SHH; reconstruction of the structure of TCC; assess the structure of SHH in conditions of exposure to external destabilizing factors (VDF); distribution systems of transmission on the structure of TCC; estimates time and material resources required for the implementation of the established structure of TCC. The proposed methodological tools for their solution.

Keywords: transport network; telecommunication system; external destabilizing factors; communication network; topology.

References

1. Stolyarova M. I. the Task of forming the structure of a transport communication network and its mathematical model // II international scientific and methodological conference "Actual problems of information and telecommunication in science and education": FR. scientific. articles/ edited by Dotsenko S. M. SPb.: Publishing The Sut. 2013. Pp. 514–518.
2. Vishnevsky V. M. Theoretical bases of design of computer networks. M.: Technosphere. 2003. 512.
3. Zhozhikashvili V. A., Vishnevsky V. M. queueing Networks. Theory and application to computer networks. M.: Radio and communication. 1988.
4. Jasinski S. A. Applied "Golden" mathematics and its applications in telecommunications. M.: Hot line – Telecom. 2004. 239 p.
5. Pershin O. Y. Method of determining the sequence of the best solutions for optimization problems on finite sets and the task of network reconstruction // Automation and remote control. 2002. No. 6. Pp. 73–84.
6. Privalov A. A. Method of topological transformations of stochastic networks and its exploitation for the analysis of communication systems of the Navy. St. Petersburg: military medical Academy. 2000. 166 p.
7. A. A. Privalov, I. M. Babkova model of the process of transmission of data packets over the IP network in nastazionary conditions // communications technology. Scientific.–tech.log. 2006. Vol. No. 2. Pp. 83–89.
8. Hudon M. Z. Theoretical graph models of information technology in the allocation of resources // Information technology. 1997. No. 10. Pp. 31–34.

For citation:

Stolyarova M.I., Shestakov A.V. Complex methods of formation of the structure of the transport network connection, a telecommunication system for special purposes // *i-methods*. 2010. Vol. 2. No. 1. Pp. 20–23.