

Результаты сравнения применения исходной и модифицированной методик синтеза структуры транспортной сети телекоммуникационной системы

Results of comparison between initial and modified methods of telecommunication system transport network architecture synthesis use

Соколов / Sokolov V.

Виктор Михайлович

(compas-tfc@mail.ru)

кандидат технических наук.

ФГКВОУ ВО «Военная академия связи

имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного»

МО РФ, преподаватель.

г. Санкт-Петербург

Ясинский / Yasinsky S.

Сергей Александрович

(yasinsky777@mail.ru)

доктор технических наук, доцент.

Филиал ФГУП «Ленинградское отделение

Центрального научно-исследовательского

института связи»,

научный консультант.

г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: транспортная сеть – transport network; телекоммуникационная система – telecommunication system; синтез структуры – architecture synthesis; алгоритм Йена – Yen's algorithm; алгоритм Прима – Prim's algorithm.

В статье предложен сравнительный анализ результатов работы исходной и модифицированной методик синтеза структуры транспортной сети (ТС) телекоммуникационной системы (ТКС) с использованием алгоритмов Йена и Прима. В результате анализа выявлено, что модификация методики синтеза структуры ТС ТКС позволяет реализовать снижение вычислительной сложности задачи построения структуры ТС ТКС более чем в 2 раза.

The article offers comparative analysis of results of work of initial and modified methods of telecommunication system (TCS) transport network (TN) architecture synthesis using Yen's and Prim's algorithms. The analysis results have shown that TCS TN architecture synthesis method modification enables more than two-times reduction of computational complexity of TCS TN architecture creation task.

Методика синтеза структуры транспортной сети (ТС) телекоммуникационной системы (ТКС) включает подготовительный этап к синтезу, последовательное определение топологической и потоковой структуры, а также выбор и распределение систем передачи на линиях передачи с учетом обеспечения требований по структурно-потоковой устойчивости (СПУ). Отличительной особенностью данной методики от других является обеспечение СПУ путем совместного учета

необходимого числа вершинно-независимых путей (ВНП) передачи информационных потоков, заданных в соответствии со значениями коэффициентов связности для корреспондирующих пар локальных сетей (КП ЛС), а также коэффициентов связности системы тактовой сетевой синхронизации (СТСС) и системы единого времени (СЕВ), которые определяются количеством реберно-независимых минимальных остовных деревьев (РНМОД) [1–4].

С помощью суперпозиции множества ВНП определялась исходная топологическая базовая структура для определения множества РНМОД, суперпозиция которых в свою очередь приводила к синтезу структуры ТС ТКС. Для поиска множества ВНП между всеми КП ЛС был предложен модифицированный алгоритм Йена, а для определения множества РНМОД – модифицированный алгоритм Прима [1–4].

Дальнейшей целью развития методики синтеза ТС ТКС стало снижение вычислительной сложности путем уменьшения количества запусков модифицированного алгоритма Йена использующего алгоритм Дейкстра в качестве процедуры поиска кратчайших путей между двумя КП ЛС. Вычислительная сложность алгоритма Дейкстра определена как $O(n^2)$, где n – количество узлов сети, тогда как алгоритм Прима обладает значительно меньшей сложностью – $O(\log|n|)$ [5]. Для решения данной задачи предложена модифицированная методика и алгоритм синтеза структуры ТС ТКС с использованием модифицированных алгоритмов Йена и Прима [6]. Исходная и модифицированная методики синтеза структуры ТС ТКС изображены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, основным отличием модифицированной методики синтеза структуры ТС ТКС

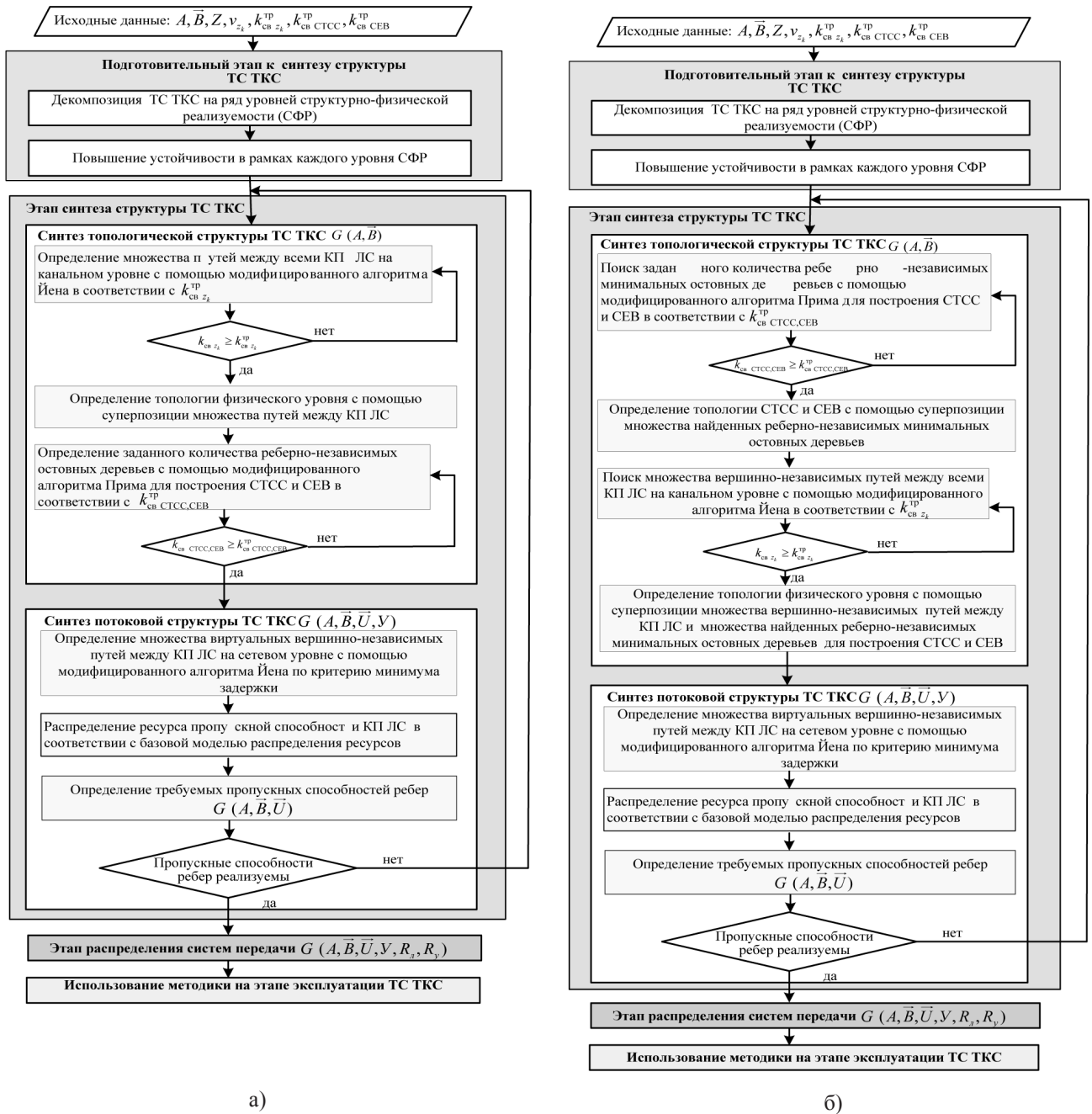


Рис. 1. Общие схемы исходной (а) и модифицированной (б) методик синтеза структуры ТС ТКС с использованием модифицированных алгоритмов Йена и Прима

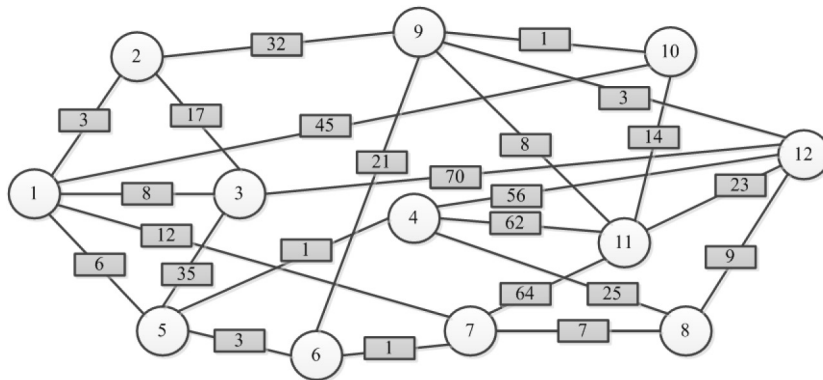


Рис. 2. Пример исходной топологической структуры ТС ТКС

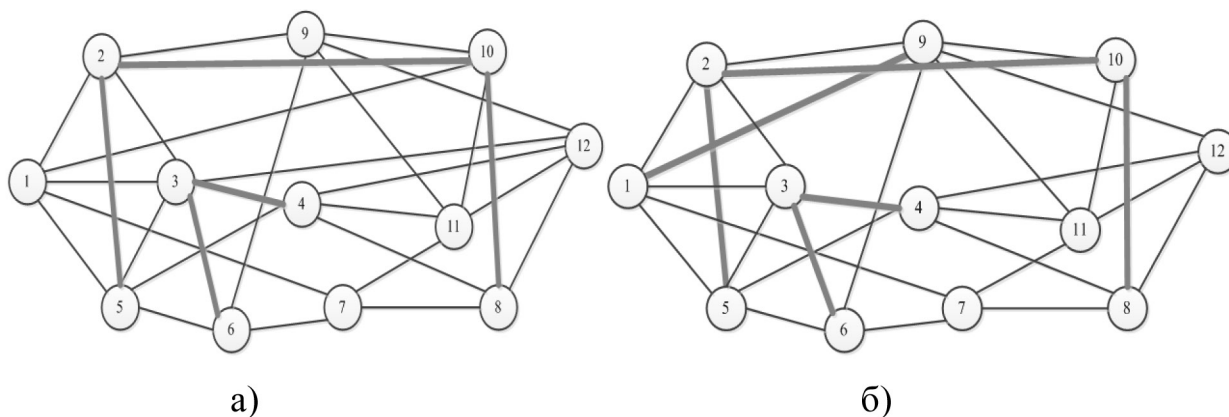


Рис. 3. Структура ТС ТКС, полученная с помощью применения:
а) исходной методики; б) модифицированной методики

является то, что для данной методики этап синтеза структуры ТС ТКС начинается с поиска заданного количества РНМОД с помощью модифицированного алгоритма Прима с последующим определением множества ВПП между КП ЛС с помощью модифицированного алгоритма Йена.

Пример исходной топологической структуры ТС ТКС, использовавшейся для расчетов, приведен на рис. 2.

Структуры ТС ТКС, полученные с помощью применения модифицированной методики и предложенной ранее методики синтеза структуры ТС ТКС, приведены на рис. 3.

Блок-схема процесса поиска структуры ТС ТКС с помощью исходной методики синтеза структуры ТС ТКС, предложенной в работах [1–4], приведена на рис. 4.

Блок-схема процесса поиска структуры ТС ТКС с помощью модифицированной методики синтеза структуры ТС ТКС, предложенной в работе [6], приведена на рис. 5.

В ходе применения алгоритма поиска структуры ТС ТКС с помощью методики синтеза структуры ТС ТКС (рис. 4) модифицированный алгоритм Йена был использован 4 раза, модифицированный алгоритм Прима был использован 6 раз. Также было введено 7 ребер и удалено 3 ребра (из них 2 существующих). Степень для 6 узлов итоговой структуры равна 5, для 5 узлов – 4 и для 1 узла – 6.

В результате работы модифицированной методики (рис. 5) модифицированный алгоритм Йена был использован 2 раза, модифицированный алгоритм Прима использован 5 раз, а общее количество ребер

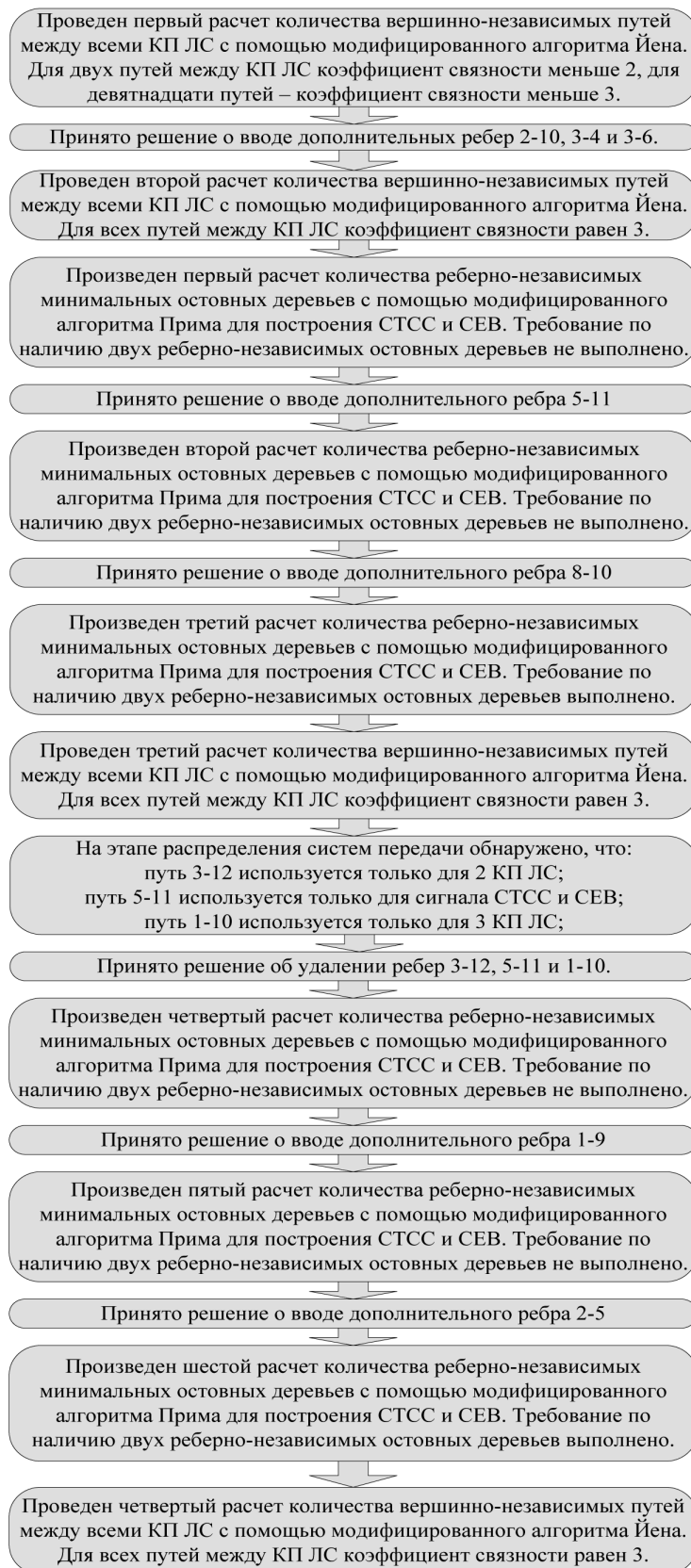


Рис. 4. Блок-схема процесса поиска структуры ТС ТКС с помощью исходной методики синтеза структуры ТС ТКС, предложенной в работах [1-4]

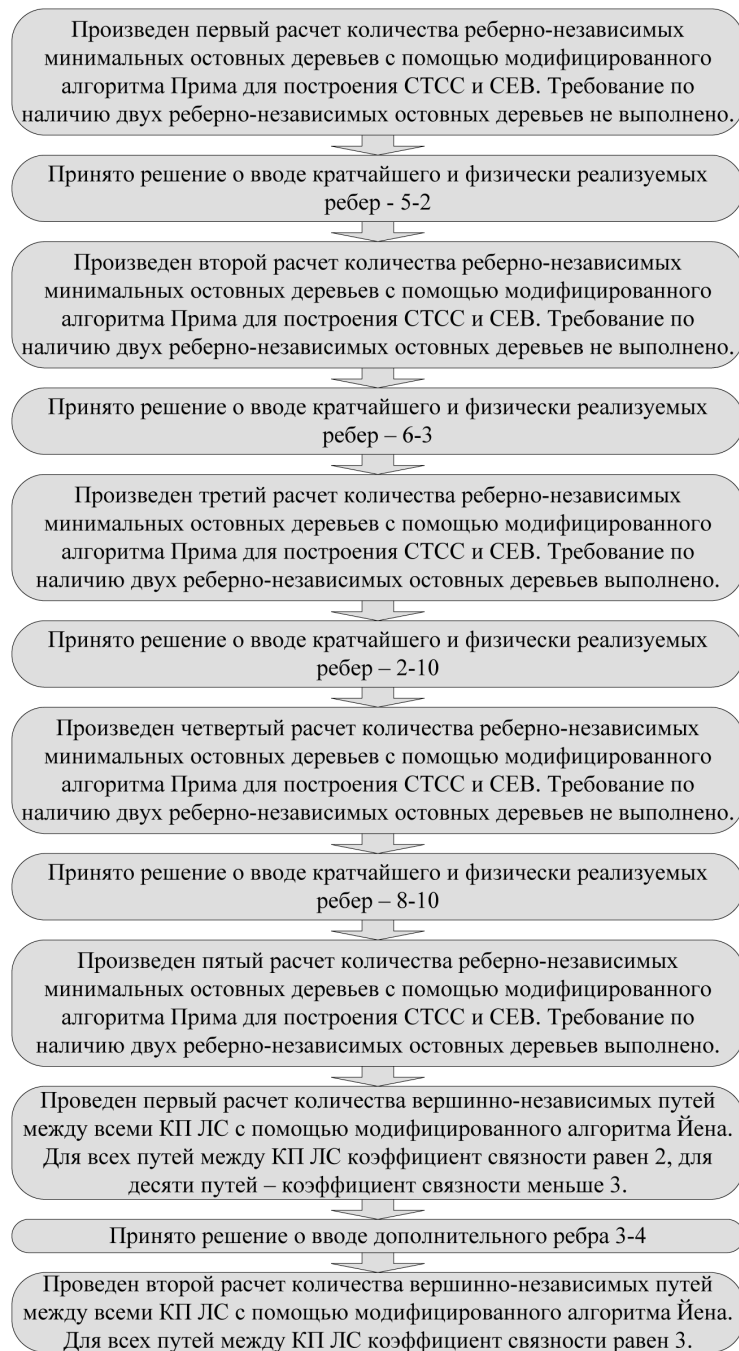


Рис. 5. Блок-схема процесса поиска структуры ТС ТКС с помощью модифицированной методики синтеза структуры ТС ТКС, предложенной в работе [6]

в итоговой структуре – 29. Было введено 5 ребер, при том что ни одно ребро не удалялось. Степень для 8 узлов итоговой структуры равна 5, для 3 узлов – 4 и для 1 узла – 6.

Сравнительный анализ результатов показывает, что модифицированная методика синтеза структуры ТС ТКС позволяет реализовать снижение вычислительной сложности задачи построения структуры ТС

ТКС более чем в два раза за счет уменьшения числа циклов применения модифицированного алгоритма Йена с четырех раз до двух. За счет уменьшения числа циклов модифицированного алгоритма Прима (с шести до пяти раз) удалось дополнительно снизить вычислительную сложность. Идентичность синтезированных структур ТС ТКС, а также использование модифицированного алгоритма Прима и модифицированного

алгоритма Йена позволяет сохранить уровень СПУ ТС ТКС, обеспеченный в исходной методике [1–4]. Кроме того, синтезирована более однородная структура ТС ТКС, так как значения степени узлов итоговой структуры ТС ТКС распределены равномернее на 17% и в отдельных случаях уменьшено количество транзитов для информационных направлений между КП ЛС в структуре ТС ТКС. Одним из наиболее важных результатов является упрощение процесса синтеза структуры ТС ТКС, что позволяет использовать модифицированную методику синтеза структуры ТС ТКС для оперативной реконфигурации ТС не только на этапе синтеза, но и на этапе эксплуатации.

Литература

1. Соколов, В. М. Методика синтеза структуры транспортной сети телекоммуникационной системы распространения геоинформации / В.М. Соколов, С.А. Ясинский // *Информация и Космос*. – 2012. – № 1. – С. 15–17.
2. Соколов, В. М. Математическая модель структуры транспортной сети телекоммуникационной системы / В.М. Соколов, С.А. Ясинский. // *Бюллетень результатов научных исследований*. – 2012. – № 3 (2). – С. 106–114.
3. Соколов, В. М. Методика синтеза структуры транспортной сети телекоммуникационной системы / В.М. Соколов, С.А. Ясинский. // *Бюллетень результатов научных исследований*. – 2012. – № 3 (2). – С. 114–122.
4. Соколов, В. М. Модификация алгоритмов поиска кратчайших путей в транспортной сети телекоммуникационной системы распространения геоинформации / В.М. Соколов, С.А. Ясинский // *Информация и Космос*. – 2012. – № 2. – С. 6–11.
5. Левитин, А. Алгоритмы: введение в разработку и анализ : [пер. с англ.] / А. Левитин – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 576 с.
6. Островерхий, С. М. Модифицированная методика синтеза структуры транспортной сети телекоммуникационной системы с использованием алгоритмов Йена и Прима / С.М. Островерхий, В.М. Соколов, С.А. Ясинский // *Информация и Космос*. – 2015. – № 4. – С. 18–21.