

Анализ эффективностей многокольцевых схем синхронизации с равномерным увеличением количества сетевых элементов в цепях синхронизации на более низких уровнях иерархии телекоммуникационной транспортной сети

Efficiency analysis of multiring synchronization schemes with even increase in number of network elements in synchronization circuits at lower hierarchy levels of telecommunication transport network

Ключевые слова: сигнал синхронизации – synchronization signal; структура системы тактовой сетевой синхронизации – the structure of the system of clock network synchronization.

В работе приводится сравнительный анализ эффективностей многокольцевых схем синхронизации с равномерным увеличением количества сетевых элементов на более низких уровнях иерархии синхронизации в рамках всех уровнях иерархии, результаты которого позволяют выбирать наиболее подходящие типовые схемы передачи сигналов синхронизации при формировании структур систем тактовой сетевой синхронизации телекоммуникационных сетей.

The paper provides a comparison efficiency study of multiring synchronization schemes with even increase in number of network elements at lower hierarchy levels throughout the whole hierarchy, which allows choice of most suitable typical circuits for synchronization signal transmission during the structuring of telecommunication networks' clock systems.

Структура схем синхронизации для телекоммуникационной транспортной сети с равномерным увеличением количества сетевых элементов (СЭ) на более низких уровнях иерархии синхронизации в рамках всех уровнях иерархии r предполагает использование базового кольца, состоящего из

АЛЕКСЕЕВА / ALEKSEEVA M.

Марина Николаевна

(marina_a@loniis.org)

Филиал ФГУП «Ленинградское отделение центрального научно-исследовательского института связи» (ЛО ЦНИИС),
ведущий инженер.
г. Санкт-Петербург

МОЖЕЛИНА / MOZHELINA T.

Татьяна Васильевна

(tss@loniis.org)

ЛО ЦНИИС, начальник лаборатории.
г. Санкт-Петербург

МОРОЗОВ / MOROZOV G.

Геннадий Григорьевич

(morozov@loniis.org)

ЛО ЦНИИС, заместитель начальника центра.
г. Санкт-Петербург

ПЕТРИЧЕНКО / PETRICHENKO A.

Анатолий Константинович

(synchro@loniis.org)

ЛО ЦНИИС, начальник центра.
г. Санкт-Петербург

ЯСИНСКИЙ / JASINSKI S.

Сергей Александрович

(yasinsky777@mail.ru)

доктор технических наук, доцент.
ЛО ЦНИИС, главный научный сотрудник.
г. Санкт-Петербург

n_1 элементов и полукольцо, в которых количество элементов пропорционально возрастает по мере изменения уровня иерархии. В полукольцах второго

ИНФОКОММУНИКАЦИИ

уровня количество элементов n_I+1 , в полукольцах третьего уровня количество элементов n_I+2 , на четвёртом уровне n_I+3 и т.д. [1, 2].

Допустимое количество уровней иерархии r определяется из условия выполнения следующего требования:

$$N_{\text{СЭ ЦС}_{\max}} \leq N_{\text{СЭ-1ав. ЦС}_i} \quad (1)$$

где $N_{\text{СЭ ЦС}_{\max}}$ – максимально допустимое количество СЭ в цепи синхронизации (ЦС), то есть

$$N_{\text{СЭ ЦС}_{\max}} = 1 + \left[\frac{n_I + r - 1}{2} \right] + \left[\frac{n_I}{2} \right] + \sum_{i=1}^{r-1} \left[\frac{n_I + i}{2} \right] \quad (2)$$

$N_{\text{СЭ-1ав. ЦС}_i}$ – максимальное количество СЭ в i -ЦС, при передаче сигналов синхронизации (СС) на все участки ТС с учётом появления одиночной аварии.

Количество синхронизируемых СЭ на всех уровнях телекоммуникационной транспортной сети определяется выражением:

$$N_{\text{СЭ ТС}} = \frac{\sum_{i=0}^{r-1} (n_I + r)!}{(n_I - 1)!} \quad (3)$$

Процесс реконфигурации системы тактовой сетевой синхронизации телекоммуникационной транспортной сети оценивается максимальным временем реконфигурации T_P , как разности между моментом появления аварии и моментом, начиная с которого все элементы сети получают СС, создаваемые основным и резервными источниками, то есть

$$T_{P_{\max}} = \max \begin{cases} T_{P_1} = T_H + ([0,5n_I] - 1)T_T + n_I T_\Pi \\ T_{P_2} = T_H + ([0,5n_I] - 2)(T_H + T_\Pi) \\ T_{P_3} = T_H + ([0,5m_H] - 2)T_T + [0,5m_H]T_\Pi \end{cases} \quad (4)$$

где: T_H – время между появлением аварии и моментом начала передачи соответствующего SSM сообщения;

T_T – время трансляции SSM сообщения;

T_Π – время переключения СС;

n_I – количество СЭ в кольце первого уровня иерархии;

m_H – максимальное количество СЭ в полукольцах нижних уровней иерархии.

Результаты расчётов с использованием выражений (2), (3), (4) из [2] и (4) приведены в таблице 1 с графическим представлением на рис. 1 и рис. 2.

Таблица 1

Результаты расчётов с использованием (2), (3), (4) из [2] и (4)

n_I	r	$N_{\text{СЭ ТС}}$	$N_{\text{СЭ ЦС}_{\max}}$	$k_{\text{зф. ЦС}_i}$	$T_{P_{\max}}$
4	2	24	8	3	4,2
4	3	144	12	12	4,2
4	4	984	16	61,5	4,2
5	2	35	10	3,5	4,8
5	3	245	14	17,5	4,8
5	4	1925	19	101,31	4,8
6	2	48	11	4,36	5,4
6	3	384	16	24	5,4
7	2	63	13	4,85	6
7	3	567	18	31,5	6
8	2	80	14	5,71	7
8	3	800	20	40	7
9	2	99	16	6,19	8,25

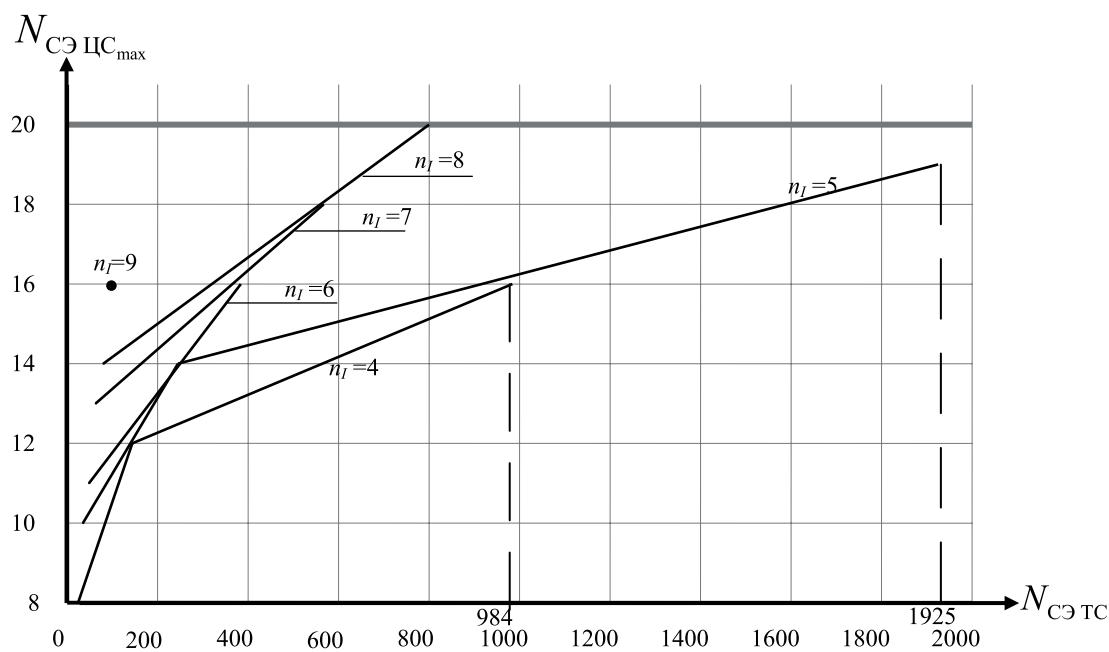


Рис. 1. Зависимость максимального количества СЭ в ЦС от количества СЭ в ТС (до 2000 СЭ), при $n_I = 4, \dots, 9$

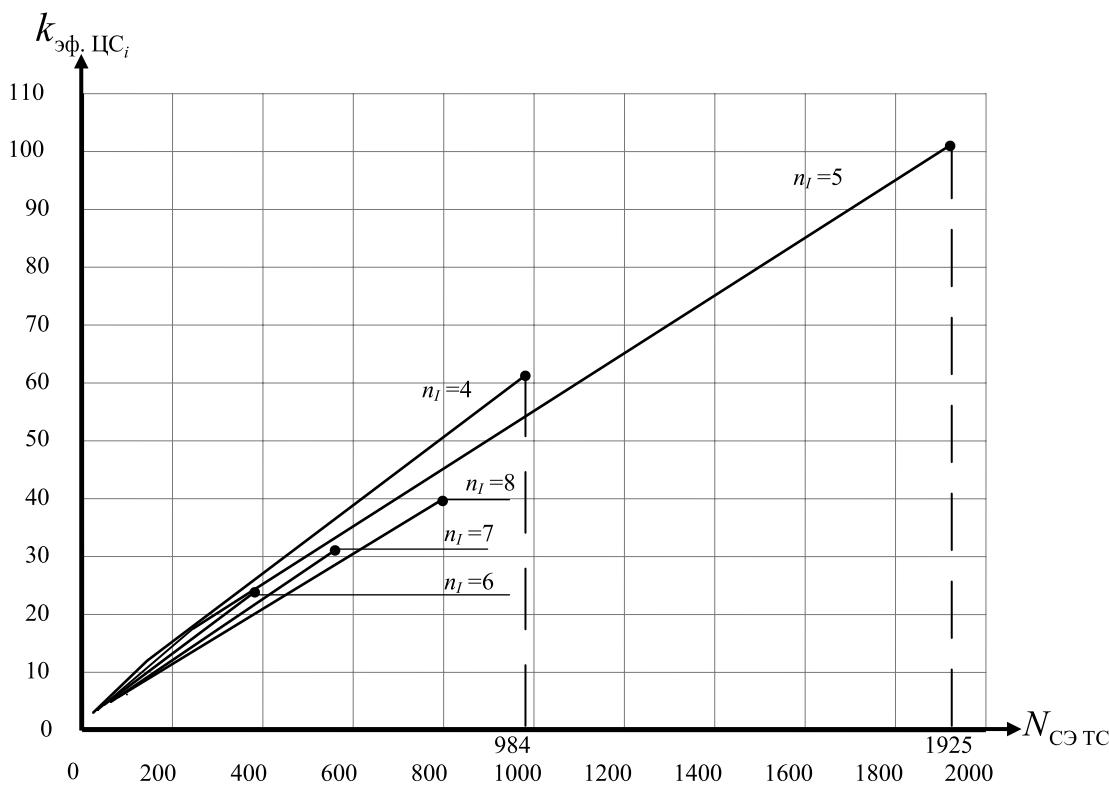


Рис. 2. Зависимость коэффициента эффективности от количества синхронизируемых СЭ, при $n_I = 4, \dots, 8$

ИНФОКОММУНИКАЦИИ

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

при условии, что количество СЭ в ЦС не должно превышать 20, максимальное количество синхронизируемых СЭ не более 1925;

в диапазоне до 984 СЭ минимальное количество СЭ в ЦС и максимальный коэффициент эффективности достигается при $n = 4$;

в диапазоне от 984 до 1925 СЭ минимальное количество СЭ в ЦС и максимальный коэффициент эффективности достигается при $n = 5$;

для систем с тремя уровнями иерархии максимальный коэффициент эффективности при $n = 8$;

время реконфигурации при $n = 5$ не превышает 4,8 с.

Литература

1. Моделирование многокольцевых схем синхронизации с равномерным увеличением количества сетевых элементов в цепях синхронизации телекоммуникационной сети на более низких уровнях иерархии / Т.В. Можжелина [и др.] // Труды 69-й НТК СПбНТОРРЭС, посвящённой Дню радио. – СПб.: ООО «Атмосфера», 2014.
2. Анализ эффективностей многокольцевых схем синхронизации с равным количеством сетевых элементов в цепях синхронизации на всех уровнях иерархии транспортной сети / М.Н. Алексеева [и др.] // Информация и Космос. – 2014. – №2. – С. 18–24. – С. 189–190.