

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Лобастовой Марии Викторовны
на тему «Разработка и исследование методов маршрутизации и
определения структуры для сетей тактовой синхронизации»
представленную на соискание учёной степени кандидата технических
наук (Специальность 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций)

Актуальность темы диссертации.

Одним из важнейших компонентов современных и перспективных телекоммуникационных систем (ТКС) является сеть тактовой сетевой синхронизации (ТСС), которая выполняет функции формирования, передачи и распределения сигналов синхронизации, необходимых для поддержания работоспособного состояния всех цифровых устройств. Сеть ТСС, находясь в тесной взаимосвязи с другими подсистемами ТКС, оказывает существенное влияние на их функционирование и на функционирование всей ТКС. Возникновение отказов на сети ТСС способно привести к значительному ухудшению качества передаваемой информации вплоть до полной остановки в предоставлении телекоммуникационных услуг. С учетом постоянного ужесточения требований к качеству предоставления услуг связи, необходим поиск новых подходов и решений, позволяющих организовывать процесс функционирования сети ТСС с заданными показателями эффективности.

Диссертация посвящена разработке и исследованию методов маршрутизации сигналов синхронизации в сетях ТСС, а также определению структуры для сетей ТСС в соответствии с заданным расположением генераторного оборудования, видов направляющих систем и систем передачи, а также расположению потребителей сигналов синхронизации. Следует отметить, что современные сети ТСС являются большими, сложными и распределёнными системами. Каждый элемент сети ТСС характеризуется множеством параметров и взаимосвязей с другими элементами ТСС. Сеть ТСС образуется наложением на сеть ТКС, что значительно повышает сложность определения её структуры и определения маршрутов передачи синхросигналов. В связи с этим, в работе ставятся и решаются задачи, связанные с разработкой методов передачи сигналов синхронизации по маршруту с минимальным числом переприемов, обнаружением и устранением петель в сети ТСС.

В отечественной и зарубежной научно-технической литературе широко представлены подходы и принципы оценки и прогнозирования показателей надежности телекоммуникационных систем и сетевых элементов, однако, на настоящий момент решения, связанные со спецификой ТСС, требуют более детальной проработки.

В связи с этим, целью проводимых исследований является разработка и исследование методов маршрутизации синхросигналов, обнаружения и устранения петель в сети ТСС.

Поставленная цель научных исследований определяет новизну решаемой научной задачи сформулированной в работе, как разработка и исследование методов маршрутизации синхросигналов и определения структуры для сетей ТСС в условиях взаимного влияния показателей функционирования ТКС и сети ТСС, при воздействии дестабилизирующих факторов различного характера.

В свете вышеизложенного диссертация Лобастовой М.В. несомненно актуальна, имеет большое практическое значение, и может характеризоваться как решение задачи, имеющей существенный прикладной характер.

Краткая характеристика работы.

В первой главе диссертации проводится обзор рекомендаций Международного союза электросвязи и Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций, касающихся вопросов организации сети ТСС; рассматриваются требования, предъявляемые к построению сети ТСС, нормативные значения основных показателей процесса функционирования, режимы процесса функционирования сети ТСС. Производится системный анализ предметной области процесса функционирования сети ТСС. Автором рассмотрены основные виды оборудования сети ТСС, а также комплекс требований к данному оборудованию.

Во второй главе описывается метод поиска маршрута для передачи сигнала синхронизации с минимальным числом переприемов. При построении сети ТСС важно, чтобы число переприемов сигнала синхронизации от задающего генератора до любого сетевого узла было минимальным, вследствие накопления искажений при длинных цепочках передачи и возможного понижения качества сигнала синхронизации

Автор обоснованно обращается к элементам теории графов и сводит поставленную задачу к задаче поиска кратчайших путей от одной из вершин к любой другой вершине. Для решения поставленной задачи автор предлагает использовать алгоритм Флойда-Уоршалла, позволяющий находить самый короткий маршрут в ориентированном графе.

Предложенный автором метод позволяет сформировать оптимальные маршруты передачи синхросигналов исходя из мест установки генераторного оборудования, потребителей сигналов синхронизации, видов направляющих систем и систем передачи.

Практически важным результатом следует считать возможность использования данного метода при организации направлений передачи сигналов синхронизации в процессе настройки систем управления ТСС.

В третьей главе описаны методы обнаружения и устранения петель в сети ТСС. Наличие замкнутых петель в цепи передачи синхросигналов

способно привести к значительному ухудшению качества процесса функционирования сети ТСС.

В рамках построения методов обнаружения петель в сети ТСС автором предложен алгоритм обнаружения петель в сети ТСС, основанный на приведении матрицы смежности графа сети ТСС к строго треугольному виду, а также алгоритм обнаружения петель в сети ТСС, основанный на вычеркивании нулевых строк и столбцов матрицы смежности графа сети ТСС. Проведено сравнение данных алгоритмов, оценена вычислительная сложность, исходя из которой, предложены области применения данных алгоритмов. Следует отметить, что предложенные методы позволяют обнаруживать наличие петель в сети ТСС и определять узлы, входящие в петли, но не позволяют судить о конфигурации петель, а также устранять их.

Для решения данной задачи автором был разработан метод устранения петель в сети ТСС на основе определения компонент связности графа сети ТСС и анализа матрицы циклов. Данный метод устранения петель в сети ТСС выявляет все узлы, входящие в петли, определяет конфигурацию петель, а также позволяет устранять петли, нарушая минимальное число связей в сети ТСС.

Разработанные автором методы реализованы в виде программных модулей, которые могут быть внедрены в системы управления сетями ТСС в процессе их технической эксплуатации, что однозначно повысит показатели надежности процесса функционирования сети ТСС.

В четвертой главе предложены модели для оценки показателей надежности сети ТСС, включающие оценку надежности генераторного оборудования и оценку надежности маршрута передачи синхросигнала. Надежность маршрута оценивается исходя из надежности отдельных элементов в цепочке маршрута, а для оценки надежности генераторного оборудования используются полумарковские методы оценки надежности. Преимуществом использования полумарковских методов оценки надёжности является способность производить моделирование в случаях, когда закон распределения возникновения отказов отличается от экспоненциального. Полумарковские модели применяют также в случаях, когда существует независимость вероятностей перехода из одного состояния процесса функционирования в другое от предыдущих переходов между состояниями, а также когда закон распределения времени пребывания в состояниях не зависит от предыдущих этапов функционирования генераторного оборудования.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждаются:

- корректным применением хорошо апробированного математического аппарата: общей теории связи, теории сетей, теории графов, теорий вероятности, теории систем;
- корректностью постановок решаемых задач, вводимых допущений и ограничений, формулировок и выводов;

- использованием математического метода моделирования, которое проводится в соответствии с известными требованиями к данному методу научных исследований.

Достоверность результатов работы подтверждается:

- непротиворечивостью полученных результатов, ранее известным экспериментальным данным, данным предшествующих исследований и практики формирования и эксплуатации сетей синхронизации;

- достаточно большим объемом статистического материала, полученного в ходе моделирования на ЭВМ.

Практическая ценность работы.

Практическая значимость диссертации состоит в создании методов маршрутизации и определения структуры для сетей ТСС, позволяющих обеспечить минимальное количество переприемов при передаче сигнала синхронизации, а также, обнаруживать и устранять замкнутые петли в сети ТСС с удалением минимального количества связей. Предложенные методы ориентированы на реализацию в существующих и перспективных сетях ТСС, могут быть использованы как на этапе проектирования, так и технической эксплуатации сетей ТСС в качестве модулей программного обеспечения систем управления ТСС.

Результаты нашли применение в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», а также могут применяться проектными организациями и операторами связи при решении прикладных задач построения и технического обслуживания сетей ТСС.

Оценка содержания и завершенности работы.

Диссертационная работа представляет собой завершенный научный труд, посвященный исследованию и разработке методов маршрутизации сигналов синхронизации в сетях ТСС, а также определению структуры для сетей ТСС, обнаружению и устранению петель.

Исходя из вышеизложенного, в работе исследовались вопросы разработки методов построения сети ТСС с учетом воздействия дестабилизирующих факторов; выбора структуры сети ТСС; поиска маршрута для передачи сигнала синхронизации с минимальным количеством переприемов; обнаружения и устранения петель в сети ТСС; оценки надежности генераторного оборудования и надежности маршрута передачи синхросигнала.

Рукопись работы построена логично, аккуратно оформлена и хорошо иллюстрирована. Автор свободно владеет современным математическим аппаратом и методами математического моделирования. Сам математический аппарат соответствует решаемым задачам, и используется корректно. Стил ь изложения ясный, лаконичный, литературный. В тексте повсеместно имеются ссылки на использованные литературные источники.

По содержанию диссертации, автореферата их компоновке и оформлению можно высказать ряд замечаний:

1. Системный анализ предметной области процесса функционирования сети ТСС в главе 1 проведен не в полной мере. Акцент сделан только на видах генераторного оборудования, без учета ряда дополнительных устройств, таких как, например, устройства распределения и размножения сигналов синхронизации, не указаны особенности влияния на сеть ТСС различных направляющих систем и систем передачи, а также дестабилизирующих факторов. Подробно рассмотрены особенности процесса функционирования сети ТСС только в мобильных сетях связи.

2. Отсутствует обоснование выбора алгоритма именно Флойда-Уоршалла при разработке метода выбора маршрута передачи синхросигнала; также при использовании метода сделано допущение, что линии передачи и узлы связи равнозначны, что не совсем корректно. На практике возможно применение ВОЛС, медножильного кабеля, радиоканала и других направляющих систем, а узлы связи могут различаться по качеству приема, обработки и передачи синхросигнала, что в совокупности влияет на выбор маршрута передачи.

3. В главе 4 не приведены применяемые показатели надежности для оценки надежности маршрута сети ТСС, а при оценке надежности сетевого элемента не указан закон распределения времени пребывания в состояниях и не приведено обоснование его выбора.

4. В работе в явном виде не рассмотрены вопросы влияния характеристик сетей ТСС на качество передаваемого трафика.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности проведенного исследования.

Публикация основных результатов диссертации.

Основные положения диссертационной работы обсуждались, были одобрены и опубликованы в материалах 13 научно-технических конференций различного уровня. Основные результаты диссертационной работы нашли отражение в 18 печатных работах, в том числе в изданиях рекомендованных ВАК России.

Характеристика автореферата диссертации.

Автореферат диссертации составлен в соответствии с требованиями Положения ВАК РФ, его содержание соответствует основным положениям диссертации.

ВЫВОДЫ:

1. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение задачи имеющей существенное практическое и прикладное значение, направленное на формирование системы управления сетью ТСС, которая должна обеспечивать оперативность и обоснованность принимаемых решений по управлению сетью ТСС.

2. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых

степеней и присвоения научным работникам ученых званий» ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор Лобастова Мария Викторовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,

Инженер I категории отдела связи
"Гипротрансигнальсвязь" -
филиал АО "Росжелдорпроект"
Опарин Евгений Валерьевич

«2» *ноября* 2021 г.

Подпись официального оппонента заверяю:

«04» *ноября* 2021

специалист
с персоналом

Почтовый адрес: 192007, Санкт-Петербург, ул. Боровая, д. 49.

Тел.: 8 (812) 670-00-70, e-mail: gtss@rzdpru

Опарин Евгений Валерьевич: OparinEV@rzdpru.