

ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертационной работе Меркушева Олега Владимировича «Метод оценки надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с нестационарной топологией», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01. – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)

Актуальность темы диссертации

Задача повышения эффективности информационного обмена в коммуникационных системах, действующих на больших территориях в условиях отсутствия постоянных надежных линий передачи данных, является актуальной.

Во введении содержит общую характеристику работы, анализ научно-технической информации по теме диссертационной работы, определение целей и задач исследования, обоснование актуальности темы, основные положения, представленные к защите.

В первой главе выполнен анализ свойств физической среды, действия мешающих факторов, методов доступа к среде и алгоритмов обмена данными, методов формирования маршрутов доставки сообщений и определения условного расстояния до узла назначения в исследуемой коммуникационной системе. На основе выполненного анализа сформулированы требования к формированию оптимальных по критерию надежности маршрутов доставки сообщений в исследуемой коммуникационной системы:

- Обмен данными между соседними узлами осуществляется средствами линий передачи данных, доставка сообщений удаленным узлам выполняется по маршрутам, элементами которых являются линии передачи данных.
- Для определения качества среды распространения сигналов каждый узел коммуникационной системы выполняет сбор и обработку показателей качества принимаемых от соседних узлов сигналов и для каждого отношения соседства определяет показатели надежности информационного обмена.
- Процесс передачи данных между соседними узлами состоит из этапов установления соединения и передачи данных.
- Надежность линий передачи данных зависит от надежности обмена данными в среде установления соединения и передачи данных, формирование линий передачи данных должно выполняться с оптимизацией показателей их надежности.

- Коммуникационная система обладает самоорганизующейся динамической многосвязной топологией типа Mesh, что позволяет потенциально поддерживать множество вероятных маршрутов доставки сообщений.
- Доставка сообщений удаленным абонентам в условиях нестационарности топологии должна осуществляться по маршрутам, оптимизированным по критерию надежности. Оптимизация надежности маршрутов передачи данных осуществляется на основе оптимизации надежности линий передачи данных, входящих в состав маршрута.
- Показатель условного расстояния до узла назначения определяется в пространстве параметров надежности элементов, составляющих маршрут, как систему.

Во второй главе предложены порядок использования физических каналов и структура узла исследуемой коммуникационной системы, определены методы доступа к средам установления соединения и передачи данных и алгоритмы обмена данными, для заданных алгоритмов получены зависимости времени выполнения установления соединения и передачи данных в условиях действия мешающих факторов характерных для исследуемой коммуникационной системы, определены условия установления и поддержки отношений соседства:

- Выполнено функциональное разделение множества физических каналов на подмножества каналов установления соединения и передачи данных.
- Процесс передачи данных между соседними узлами состоит из этапов: установления соединения, запроса готовности узла следующего перехода и передачи данных.
- На основе подмножества каналов установления соединения выполняется формирование единой среды установления соединения, с множественным конкурентным синхронным методом доступа.
- Получена зависимость задержки обмена управляющими данными при выполнении процедуры установления соединения от интенсивности поступления запросов обмена данными, количества соседних узлов, качества физической среды и особенностей алгоритма обмена данными. Определены требования к оптимизации показателей надежности формируемых линий передачи данных.
- На основе подмножества каналов установления соединения выполняется формирование среды передачи данных, предназначенной для организации обмена полезными данными между соседними узлами с асинхронным доступом к среде в режиме «точка-точка».

- Получена зависимость времени транзакции передачи данных от качества физической среды с учетом особенностей заданного алгоритма обмена данными. Определены требования к оптимизации показателей надежности формируемых линий передачи данных.
- Взаимодействие узлов исследуемой коммуникационной системы основано на разработанном протоколе установления и поддержки отношений соседства, включающем периоды выполнения обновления отношений соседства и рассылки объявлений, и учитывающем длительности периодов квазистационарности физических каналов исследуемой коммуникационной системы.

В третьей главе разработаны алгоритм структурно-параметрического синтеза и метод оценки надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю, а также получен критерий оценки условной непрерывности информационного обмена в пространстве параметров надежности элементов, составляющих маршрут доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией:

- В результате структурно-параметрического синтеза получено, что маршрут доставки сообщений есть восстанавливаемая система, обеспечивающая доставку сообщений конечному абоненту, элементами которой являются линии связи соседних узлов.
- В результате параметрического синтеза получен критерий оценки надежности маршрута.
- На основе блочно-иерархического метода получена базовая структура линии передачи данных, определены её основные элементы: трасса установления соединения, узел следующего перехода, трасса передачи данных.
- Определен метод оценки надежности канала связи на основе: сбора статистических данных качества принимаемых от соседних узлов сигналов, указания пороговых значений качества, формирования последовательности вероятностей надежного приема дискретных сообщений и получения прогнозируемой на период обновления отношений соседства вероятности исправного состояния канала на основе метода экстраполяции к полученной последовательности.
- В результате структурного синтеза в соответствии с принятыми алгоритмами обмена данными получена структура среды установления соединения, которая является элементом трассы установления соединения. В результате параметрического

синтеза получены зависимости надежности среды установления соединения: интенсивности отказов и восстановлений.

- Синтезированы параметры надежности узла следующего перехода: интенсивности отказов и восстановлений.
- **В результате структурного синтеза** в соответствии с принятыми алгоритмами обмена данными предложена структура канала передачи данных, который является элементом системы – интерфейс узла. В результате параметрического синтеза получены параметры надежности каналов передачи данных: интенсивности отказов и восстановлений.
- **В результате структурного синтеза** разработана блочно-иерархическая структура линии передачи данных. В результате параметрического синтеза в пространстве параметров надежности элементов, составляющих линию передачи данных, получены параметры надежности линии передачи данных: коэффициент готовности, интенсивности отказов и восстановлений.
- Разработан алгоритм структурно-параметрического синтеза оптимизированного по критерию надежности маршрута доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с нестационарной топологией.
- Разработан метод оценки надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю.
- Разработан критерий оценки условной непрерывности информационного обмена в пространстве параметров надежности элементов, составляющих маршрут доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией.

В четвертой главе представлена разработанная имитационная модель исследуемой коммуникационной системы, предназначенная для оценки эффективности синтезированных в диссертационной работе схем, алгоритмов и методов, обеспечивающих формирование оптимальных по критерию надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией.

Для выполнения имитационного моделирования автор в системе дискретного моделирования событий “OMNeT++” разработал модель исследуемой коммуникационной системы. В имитационной модели реализованы: нестационарные каналы связи, имитирующие ДКМ диапазон частот, протоколы и алгоритмы, обеспечивающие взаимодействие между соседними узлами в средах установления соединения и передачи

данных, методы и алгоритмы формирования линии передачи данных и её элементов с оптимизацией по критерию готовности.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы.

В приложениях приведены: форматы кадров принятых протоколов установления соединения и передачи данных, временные параметры протоколов установления соединения и передачи данных, численные результаты (коэффициенты готовности, интенсивности отказов и восстановлений, и т.п.) математического и имитационного моделирования элементов коммуникационной системы: физических каналов, сред установления соединения и передачи данных, трасс установления соединения, узлов следующего перехода, интерфейсов, трасс передачи данных, линий передачи данных, полученные при различных условиях функционирования.

Научная новизна и значимость полученных результатов

К наиболее значимым научным результатам диссертационной работы Меркушева О.В. следует отнести:

1. Разработан алгоритм структурно-параметрического синтеза системы доставки сообщений конечному получателю. Предложенный алгоритм основан на блочно-иерархическом принципе и позволяет формировать маршруты доставки сообщений оптимизированные по критерию надежности в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией.
2. Разработан метод оценки надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю. Предложенный метод основан на анализе показателей качества каналов связи и параметрическом синтезе, составляющих маршрут элементов, в совокупности с блочно-иерархическим принципом. Предлагаемый метод позволяет получить вероятностную характеристику исправного состояния возможного маршрута доставки сообщений в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией.
3. Разработан критерий оценки условной непрерывности информационного обмена в пространстве параметров надежности элементов, составляющих маршрут доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией.
4. Разработана имитационная модель исследуемой коммуникационной системы, предназначенная для оценки эффективности синтезированных в диссертационной работе схем, алгоритмов и методов, обеспечивающих формирование оптимальных по

критерию надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с самоорганизующейся многосвязной нестационарной топологией. Результаты имитационного моделирования подтвердили эффективность предложенных алгоритмов и методов, позволяющих каждому узлу формировать оптимизированные по критерию надежности маршруты доставки сообщений в коммуникационной системе с нестационарной средой распространения носителя информации.

Значимость диссертационной работы для науки и практики

Разработанные схемы, алгоритмы и методы позволяют:

- выполнить формирование оптимизированных по критерию надежности маршрутов доставки сообщений конечным абонентам коммуникационной системы, действующей в условиях:
 - значительного влияния факторов, препятствующих обмену данными; отсутствия постоянно действующей функционально выделенной инфраструктуры;
 - обеспечивающей управление потоками данных и нестационарной многосвязной топологии;
- оценить надежность вероятных маршрутов доставки сообщений конечному получателю и выполнить выбор основных и альтернативных маршрутов основываясь на показателях их надежности;
- минимизировать время принятия решения о выборе маршрута доставки сообщений конечному абоненту в случае возникновения требования обслуживания

Обоснованность и достоверность результатов работы. Достоверность и обоснованность полученных в работе результатов и выводов подтверждается разработанными и существующими методами оценки надежности технических систем, а также итогами выполненного компьютерного и имитационного моделирования.

Теоретические положения, полученные в работе, обосновываются последовательным и корректным применением математического аппарата при выводе аналитических выражений. Методы, алгоритмы и программы, созданные и применяемые в ходе работы, основаны на положениях теории вероятности и математической статистики, теории систем массового обслуживания, теории случайных процессов, теории информации, теории проектирования компьютерных сетей, систем связи, теории надежности.

Корректность используемых математических и имитационных моделей и их адекватность реальным физическим процессам подтверждается выполненными в диссертационной работе компьютерными экспериментами.

Основные достоинства и отличительные моменты диссертации

Достоинство диссертационной работы состоит в том, что автор использовал системный подход к решению задачи снижения количества непродуктивных временных простоев и коллизий, возникающих при передаче кадров данных.

В целом, диссертацию отличает практическая направленность, заключающаяся в разработке:

- алгоритмов формирования линий передачи данных и маршрутов доставки сообщений, оптимизированных по критерию надежности,
- метода оценки надежности маршрутов доставки сообщений, позволяющего для каждого формируемого маршрута получить показатели условной непрерывности информационного обмена между заданными узлами,
- критерия надежности маршрута доставки сообщений, который позволяет осуществить выбор основных и альтернативных маршрутов доставки сообщений, принять решение о выборе направления информационного потока и может быть использован в качестве параметра функции определения условного расстояния до узла назначения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные алгоритмы формирования маршрутов доставки сообщений и методы оценки их надежности могут быть применены в коммуникационных системах с пакетным радиодоступом к среде, распределенных на больших территориях и действующих в условиях значительного влияния мешающих факторов природного и искусственного происхождения и отсутствия выделенной стационарной инфраструктуры управления информационными потоками, для оптимизации информационного обмена между соседними и удаленными абонентами.

По диссертации имеются следующие основные замечания и вопросы:

1. Традиционно первая глава научной квалификационной работы называется «Анализ состояния предметной области. Постановка задач исследования», которая завершается разделом «Постановка задач исследования». В данном разделе подводятся итоги проведенного анализа состояния предметной области, в том числе перечисляются оставшиеся нерешенными научные проблемы, формулируется цель и задачи исследования.

Отсутствие в данной главы, известной мере, затрудняет оценку научной новизны диссертации.

2. В диссертации используется целый ряд терминов, определений которых в работе обнаружить не удастся, например, «нестационарная топология», «самоорганизующаяся нестационарная топология», «нестационарная среда передачи данных», «непосредственное взаимодействие узлов», «среда установления соединения», «отношения соседства», «командное взаимодействие соседних узлов», «схожесть флуктуационных процессов» и др.

3. В работе имеется большое число грамматических ошибок.

4. Ряд, предложенных автором решений, скорее постулирован, чем научно обоснован. Например, в разделе 2.2, где по утверждению автора решена задачи синтеза узла коммуникационной системы обоснование структуры узла, обоснование выбранной структурной схемы узла заменено утверждением о том, что «исходя из условий функционирования узлов исследуемой коммуникационной системы и заданного функционального разделения ресурса каналов (раздел 2.1), предложена структурная схема узла исследуемой коммуникационной системы (рисунок 2.2.1)». Далее описывается собственно структурная схема и в конце раздела автор делает вывод о том, что «синтезирована структура узла исследуемой коммуникационной системы», с которым мы не можем согласиться. Аналогичные выводы можно встретить и в других частях диссертации.

5. Автор приводит результаты аналитических вычислений, но не описывает процесс их получения, что, собственно, что лишает читателя возможности провести их самостоятельную проверку.

6. В диссертации утверждается, что разработана имитационная модель коммуникационной системы, однако, не представлено описания данной модели, результатов оценок ее адекватности, а также не проведено сравнений результатов имитационного моделирования с аналитическими результатами.

Заключение

Диссертационная работа Меркушева Олега Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, однако, несвободной от указанных выше недостатков, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития систем информационного взаимодействия и выполнена разработка метода оценки надежности маршрутов доставки сообщений конечному получателю в коммуникационной системе с нестационарной топологией.

В целом, диссертация удовлетворяет требованиям Положения «О присуждении ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата

технических наук и соответствует указанной научной специальности, а ее автор, Меркушев Олег Владимирович, при условии успешной защиты, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01. - Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике).

Официальный оппонент
 Доктор технических наук, профессор
 Заведующий кафедрой «Радиоэлектроника
 информационных систем» ФГАОУ ВО
 Уральский Федеральный Университет
 им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 32
 Тел. (343) 375-41-65, 375-95-40
 E-mail: sergey_porshnev@mail.ru

Докторская диссертация защищена
 по специальности 05.11.13 - Приборы
 и методы контроля природной среды,
 веществ, материалов и изделий

Подпись Поршнева С.В. заверяю
 ученый секретарь Совета УрФУ им.
 первого Президента России Б.Н. Ельцина

Поршнев
 Сергей Владимирович
 26.11.2020

ПОДПИСЬ
 ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
 ОЗЕРЕЦ

