

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Кулакова Михаила Сергеевича

на тему «Разработка принципов организации мобильных сетевых структур в авионике», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертационной работы

Передача информации между воздушными судами и центром управления необходима для решения задач управления воздушным движением. Эффективность информационного взаимодействия участников воздушного движения непосредственно отражается на эффективности управления. Организация обмена информацией обеспечивается системой радиосвязи, построенной на радиоканалах между воздушными судами и наземными станциями связи. Как и для большинства систем связи, основными показателями этой системы являются доступность, достоверность и своевременность выполнения функций по доставке данных. Эти показатели в существенной степени зависят от структурных параметров системы. Например, доступность зависит от количества и локализации наземных станций связи, возможность размещения которых ограничена естественными факторами (удаленность трассы от материковых и островных территорий, удаленность от населенных пунктов и т.д.). Зависимость от структуры наземной составляющей системы налагает ряд ограничений на функционирование системы управления и сказывается на ее эффективности.

Одним из возможных решений в части повышения устойчивости системы связи является построения самоорганизующейся сети непосредственно между воздушными судами. Наличие такой сети, в условиях высокой плотности воздушных судов, позволяет существенно повысить эффективность системы управления. В диссертационной работе Михаила Сергеевича Кулакова «Разработка принципов организации мобильных сетевых структур в авионике» решаются задачи построения мобильных сетевых структур, которые обеспечивают построение самоорганизующихся сетей связи между воздушными судами, о которых

Вход. № 30/18
«22» 02 2018 г.
Подпись М.С.Кулаков

было сказано выше. В связи с этим тема работы является актуальной, а решаемые в ней задачи направлены на повышение эффективности системы управления воздушным движением путем повышения ситуационной осведомленности пунктов управления воздушным движением.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем диссертации без учета приложений составляет 154 страницы.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений, библиографического списка, и приложений. Работа содержит 181 страницу текста, 47 рисунков и 21 таблицу.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, определена цель исследований, показана научная новизна и практическая значимость полученных в работе результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работы приведены результаты анализа особенностей разновидностей технологий «автоматического зависимого наблюдения». Рассмотрены известные протоколы маршрутизации данных между узлами самоорганизующихся сетей. Приведены результаты сравнения используемых стандартов построения сетей с целью определения возможности реализации на их основе мобильной самоорганизующейся сети. Приведены результаты анализа публикаций в рамках рассматриваемой тематики. Проведен анализ методов решения проблем ситуационной осведомленности в отдаленных и океанических регионах. На основе результатов анализа делаются выводы о требованиях к протоколу маршрутизации мобильной самоорганизующейся сети.

Вторая глава посвящена оценке положительного эффекта от построения самоорганизующейся мобильной сети. Разработана модель для оценки связности самоорганизующейся сети. На основе предложенной модели разработана имитационная модель полетного трафика в ряде отдаленных и океанических регионов: на Дальнем Востоке, Ямале и в Северо-Атлантическом коридоре. В разработанной имитационной модели учтены такие факторы, как: расстояние между объектами; мощности передатчиков; чувствительности приемников; затухание при

распространении радиоволн; диаграммы направленности антенн; мощность шума. На основе результатов моделирования получена оценка выигрыша во времени обзора воздушных судов, получаемая за счет построения самоорганизующейся сети.

Полученные в главе результаты позволили сделать вывод о возможности использования протоколов мобильных самоорганизующихся сетей. На основе результатов моделирования доказано повышение ситуационной осведомленности пунктов управления воздушным движением в отдаленных и океанических регионах.

В третьей главе разработана имитационная модель мобильной самоорганизующейся сети на основе стандарта VDL Mode 4. Модель реализована в системе имитационного моделирования OMNeT++ с использованием средств языка C++ и внутреннего языка описания сети в OMNeT++. Разработанная модель описывает мобильность элементов системы, физический и канальный и сетевой уровни. При описании мобильности модель позволяет использовать различные сценарии движения сетевых узлов. Модель физического описывает процессы распространения сигнала и процессы их приема. В модели также реализован уровень доступа к среде (MAC) и уровень обработки сообщений. На сетевом уровне реализована модель маршрутизации. Разработанная модель подробно учитывает особенности функциональной модели VDL Mode 4.

Разработанная модель позволяет получать такие оценки показателей производительности сети как: количество отправленных и полученных сообщений, задержки при передаче сообщений, а также число узлов, от которых были получены сообщения с данными о местоположении.

В четвертой главе приведены результаты разработки и анализа протокола маршрутизации для узлов самоорганизующейся мобильной сети, функционирующей на базе стандарта VDL Mode 4. Предложены алгоритмы обработки сообщений. Определены параметры, влияющие на производительность работы сети. Разработанный протокол позволяет уменьшить число служебных сообщений в сети.

Для управления производительностью сети в предложены несколько изменяемых числовых параметров, значения которых исследованы с

помощью имитационного моделирования. Это такие параметры как: параметр резервирования позволяющий выбирать для сообщений один из нескольких типов фиксированного доступа к среде; период вещания сетевых сообщений и хранения записей в таблице маршрутизации БС, обеспечивающий поддержание актуальной информации в узлах сети с учётом связности сети и нагрузки.

В пятой главе приведены результаты исследования показателей производительности сети, полученные с помощью имитационного моделирования. Получены зависимости задержки доставки сообщений, количества полученных сообщений и отслеживаемых воздушных судов от периода вещания. Показано, что имеет место оптимальное значение периода вещания. Приведены результаты исследования производительности сети для сценария воздушного движения над территорией Дальнего Востока, которая охватывает 4 аэропорта. Приведена оценка достоверности данных имитационного моделирования и точности полученных результатов.

В результате сделан вывод, что внедрение самоорганизующихся сетей на основе авиационного стандарта связи имеет значительный потенциал, обеспечивающий повышение безопасности воздушного движения.

В заключении перечислены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Работа написана хорошим языком, материал диссертации и автореферата изложен логично, обоснованно и грамотно. Автор продемонстрировал широкий кругозор и компетентность как в области технических средств, так и в области математического моделирования. Структура, содержание, оформление текста диссертации и автореферата полностью соответствуют требованиям ВАК. Автореферат в полном объеме раскрывает содержание и основные положения диссертации.

Содержание диссертации соответствует заявленной специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Научная новизна и результаты, полученные лично автором

1. Предложен метод повышения ситуационной осведомленности систем УВД в отдаленных и океанических регионах, основывающийся на применении алгоритмов самоорганизующихся сетей для стандарта авиационной связи VDL Mode 4.

2. Разработан протокол маршрутизации самоорганизующейся телекоммуникационной сети для авиационного стандарта связи, обеспечивающий передачу данных в условиях низкой связности сети и низкой пропускной способности каналов связи. Достоинствами протокола являются: отсутствие необходимости получения данных обо всех узлах сети и необходимости использования дополнительных методов обхода сетевого графа, простота реализации, а также функционирование на любом транспортном средстве, оборудованном приёмопередатчиком VDL Mode 4.

3. Разработана дискретно-временная имитационная модель самоорганизующейся телекоммуникационной сети, построенной между участниками воздушного движения, а также пунктами УВД, учитывающая характер движения узлов, распространение сигнала и функциональную модель стандарта VDL Mode 4.

Достоверность научных положений и выводов обеспечивается:

- подробным анализом существующих проблем и четкой постановкой задач,
- корректностью использования математического аппарата,
- апробацией и публикациями основных результатов научного исследования.

Анализ публикаций

По теме диссертационного исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 4 в рецензируемых периодических изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России.

Общие замечания

1. Утверждение о вычислительной сложности оценки вероятности связности не всегда оправдано (подраздел 2.3), для этого могут быть использованы методы приближенной оценки. Для обобщения вероятностных оценок целесообразно было также рассмотреть модель случайного графа и связанные с ней методы оценки вероятности связности.
2. В разделе 3, посвященном разработке имитационной модели было бы целесообразно описать методику ее проверки на предмет корректности функционирования.
3. Выбор маршрутов только на основе метрики расстояния (Раздел 4) не всегда дает желаемое, с точки зрения качества маршрута, решение. При решении данной задачи, наряду с расстоянием имело смысл учесть количество транзитов и загруженность участков маршрута.
4. В работе анализ полученных оценок показателей функционирования ограничивается средними значениями. Учитывая случайный характер описываемых процессов было бы целесообразно исследовать и другие характеристики этих случайных величин.
5. Приложение А, содержит исходный текст программы имитационной модели, однако его использование без комментариев, детального описания или инструкций крайне затруднительно. Их также следовало бы привести наряду с приведенным текстом.

Приведенные выше замечания имеют рекомендательный и не снижают научной новизны, теоретической и практической значимости полученных в работе результатов.

Заключение

Диссертационное исследование Кулакова Михаила Сергеевича обладает высокой научной и практической значимостью. В работе содержится решение актуальной задачи организации мобильных сетевых структур в авионике.

Диссертация Кулакова М.С. является законченной научно-квалификационной работой, основные результаты которой достаточно четко обоснованы и доказаны.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций и отвечает требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Кулаков Михаил Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Доктор технических наук,
профессор кафедры сетей связи и передачи
данных федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный университет
телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)

Александр Иванович Парамонов

«16» февраля 2018 г.

Сведения об оппоненте:

Адрес: 196128, г. Санкт-Петербург,
ул. Кузнецовская, д.20, кв.56.
Телефон: +7(921) 756-15-23,
E-mail: alex-in-spb@yandex.ru.

Зуев
А.И.

