

сигнала, приводит к необходимости адаптивного изменения основных параметров системы (вид модуляции, кодирование, скорость передачи данных и др.) в зависимости от условий прохождения сигнала, которое позволяет более эффективно использовать энергетический ресурс канала связи и многократно повышать эффективность работы системы.

Дальность связи БПЛА зависит от многих факторов, в том числе высоты ЛА, мощности передатчика ЛА, чувствительности приемника НПУ, типов антенн на борту ЛА и на НПУ, вида модуляции и др. Для увеличения дальности действия малоразмерных БПЛА необходимо использование энергетически выгодных видов модуляции и наземной антенны с высоким коэффициентом усиления. Для передачи данных (фотоснимков, видеоизображений) с БПЛА на НПУ в реальном времени требуется большая скорость передачи. Одним из наиболее эффективных подходов к повышению скорости передачи данных с применением модуляции OFDM.

#### Список используемых источников

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: пер. с англ. Изд. 2-е, испр. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 1104 с
2. Richard V.N., Prasad R. OFDM wireless multimedia communication. Artech House Boston London. 2000. 260 p.
3. Дмитриков В.Ф., Сергеев В.В., Самыгин И.Н. Повышение эффективности преобразовательных. М.: Радио и связь, 2005. 423 с.

## РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА МАРШРУТИЗАЦИИ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ AD NOS СЕТИ ДЛЯ СИСТЕМ АЗН-В

**М.С. Кулаков, С.С. Шаврин**

*Интенсивный рост числа транспортных средств, как наземных, так и авиационных создал в некоторых регионах большую нагрузку на системы контроля и управления движением. На сегодняшний день, комбинирование различных инфокоммуникационных технологий и внедрение их в транспортную среду является одной из задач, решение которой может быть использовано для множества практических применений. Являясь неотъемлемой частью инфокоммуникационных технологий телекоммуникационные сети передачи данных предоставляют уникальную возможность обмена информацией между пользователями, где бы они не находились в рамках этой сети. Использование мобильных Ad Нос сетей является одним из перспективных методов повышения ситуационной осведомленности транспортных систем, т.к. данный вид сетей обладает несколькими важными свойствами: автоконфигурацией, самооптимизацией и самовосстановлением.*

*Ключевые слова: АЗН-В, самоорганизующиеся сети, маршрутизация, Ad Нос.*

## DEVELOPMENT OF SELF-ORGANIZING ROUTING PROTOCOL AD HOC NETWORK FOR ADS-B SYSTEMS

Kulakov M., Shavrin S.

*The rapid growth of the number of vehicles, both ground-based and aircraft created in some regions a greater load on the control system and motion control. Today, the combination of the different information and communication technologies and their implementation in the transport medium is one of the tasks which can be used for a variety of practical applications. As an integral part of the information and communication technologies for telecommunications data networks provide a unique opportunity for the exchange of information between users, wherever they may be within the network. The use of mobile Ad Hoc networks is one of the most promising methods to increase situational awareness of transport systems, as this type of networks has several important features: auto-configuration, self-optimization and self-healing.*

*Keywords: ADS-B, self-organizing network routing, Ad Hoc.*

Создание интеллектуальных коммуникационных систем контроля и управления движением различных транспортных средств является перспективной тематикой для исследований и разработок. По данным компании *ExxonMobil* число личных автомобилей вырастет к 2040 году более чем в 2 раза по сравнению с 2010 годом, и составит 1 600 млн легковых автомобилей [1]. В соответствии с прогнозом компании *Boeing* авиакомпаний разных стран мира в период с 2007 до 2026 г. приобретут 28 600 новых самолетов, что также обозначает прирост числа самолетов примерно в 2 раза. Следует отметить, что большинство специалистов отрасли считают прогнозы компании *Boeing* наиболее точными и заслуживающими внимания [2]. Ситуация усугубляется приростом числа летательных аппаратов (ЛА) малой авиации (частной) и развитием сфер применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Современные тенденции развития телекоммуникаций ориентированы на создание сетевых структур для организации обмена данными различного типа. Телекоммуникационная сеть – это сложная система, представляющая собой совокупность абонентских узлов и средств связи, и выполняющая различные функции обмена и обработки информации. Не исключением являются и авиационные системы связи, в общей сложности, состоящие из большого числа участников и отдельных элементов. Однако, на данный момент, не существует полноценной реализации авиационной сетевой структуры, причины в этом следующие:

- 1) высокая интенсивность изменения топологии сетевых элементов, т. к. ЛА движутся с высокой скоростью и на разных высотах;
- 2) существенные ограничения по используемому УКВ-диапазону авиационной связи;
- 3) возможность использования других частотных диапазонов (выше по частоте) чревато: во-первых, перекрытием диапазонов, являющимися специфичными для разных регионов мира, а во-вторых, увеличением мощности и габаритов приемопередатчиков.

4) сложность в реализации сетевой маршрутизации с помощью традиционных алгоритмов маршрутизации;

5) большая длительность периода внедрения новых систем авионики.

С развитием средств авионики в дополнение к существующим системам контроля и управления воздушным движением стали внедряться технологии автоматического зависимого наблюдения вещательного (АЗН-В): системы 1090ES [3] и VDL Mode 4 [4], позволяющие вести обмен местоположением и намерениями всех участников движения, в том числе и на земле.

Функционал VDL Mode 4 благодаря особому методу доступа к среде имеет ряд преимуществ, для создания на его основе самоорганизующейся сети, по сравнению с системой 1090ES. Каждый приемопередатчик VDL Mode 4, используя несколько различных алгоритм, имеет возможность самому выбрать временной слот (канальный интервал), в котором он будет вести передачу с малой вероятностью коллизии.

Для решения задачи обеспечения ситуационной осведомленности в транспортных сетях перспективным подходом является построение мобильной самоорганизующейся Ad Hoc сети между участниками движения, а также их контрольными пунктами.

Мобильные Ad Hoc сети (MANET) – это самоорганизующиеся сети передачи данных, с переменной топологией и не имеющие постоянной структуры, которые предназначены для связи между подвижными объектами [5]. Таким образом, в данной сети каждое устройство может двигаться независимо, в любом направлении и, соответственно, будет менять соединения с другими узлами достаточно часто. При этом каждый узел может являться ретранслятором трафика в независимости от собственного назначения. Термин «Ad Hoc» означает особенность или специализированность такой сети, т. е. её направленность на решение одной конкретной или ряда задач.

В рамках работы по исследованию самоорганизующихся авиационных сетей, с помощью пакета моделирования OMNET++ [6], были смоделированы несколько сценариев возможности развертки самоорганизующейся сетевой структуры на Дальнем Востоке, Ямале и в Северо-Атлантическом океане. При моделировании учтены такие параметры, как: расстояние между объектами (по трем координатам) мощность передатчика, чувствительность приемника, затухание при распространении, диаграмма направленности, уровень шума и др. [7]. На рисунке показан один из примеров времени обзора маршрутов ЛА.

При разработке протокола маршрутизации следует учесть множество факторов, которые в конечном итоге могут повлиять на общую производительность сети. Таким образом, исследователи выделяют несколько базовых классов алгоритмов маршрутизации в MANET сетях, которые лежат в основе различных протоколов:

1) Алгоритмы маршрутизации, основанные на топологии сети. Такие алгоритмы определяют метод нахождения маршрута от источника до адресата и поэтому распадаются на два подкласса: реактивные (маршрут строится только в том случае, когда источнику требуется отправить данные) и проактивные (уз-

лы в сети время от времени рассылают по сети актуальную информацию о состоянии маршрутов и записывают её в таблицу).

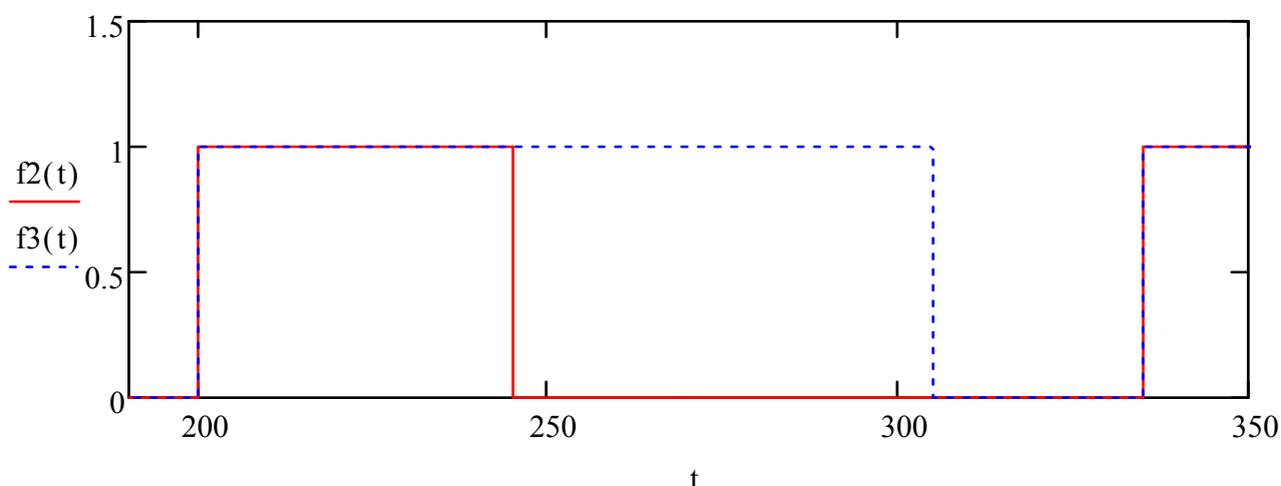


Рисунок. Оценка времени обзора для маршрута 25414 Салехард–Сабетта (выигрыш около 70 %). Красным – время в прямой видимости наземной станции, синим – наблюдение через сеть

2) Географические алгоритмы, использующие информацию о местоположении узлов в сети для маршрутизации данных.

3) Гибридные алгоритмы маршрутизации. Данный вид алгоритмов комбинирует методики маршрутизации географических и топологических алгоритмов.

4) Кластерные алгоритмы маршрутизации. Такие алгоритмы делят по тем или иным признакам сетевые узлы на кластеры и обеспечивают внутрикластерную и межкластерную маршрутизацию данных.

5) Алгоритмы *data fusion*, использующие анализ различных данных получаемых с сетевых узлов для решения задачи нахождения маршрутов.

При рассматриваемой топологии сети, дальности радиовидимости и ограниченных канальных ресурсах эффективной техникой маршрутизации может являться семейство географических протоколов маршрутизации.

С учетом рассмотренных выше особенностей сетей MANET и области их возможного применения предполагается использовать протокол маршрутизации, состоящий из следующих этапов функционирования:

- периодическое вещание местоположения и намерений узлами сети, как в зоне собственной радиовидимости, так и за её пределами, для обеспечения остальных узлов сети информацией для маршрутизации;

- использование поля жизни сетевого пакета, как ограничителя расстояния распространения сообщения, так и метки пройденных интервалов;

- поиск маршрутизатора производится только при необходимости передачи данных, при этом текущее местоположение адресата вычисляется исходя из данных полученных от него;

– использование жадного алгоритма (выбирается ближайший узел к адресату) для выбора маршрутизаторов среди узлов, от которых пришли пакеты с наименьшим и одинаковым временем жизни, что в свою очередь обеспечит оптимальность работы жадного алгоритма;

– пассивное прослушивание при ретрансляции сообщения, что позволит выявить ошибки маршрутизации без каких-либо дополнительных процессов обмена данными.

Разработанный гибридный протокол маршрутизации для многоинтервальной передачи данных между приемопередатчиками БЛА и контрольными пунктами использует информацию о местоположении узлов сети. Суммарно, рассматриваемый подход позволяет:

– использовать служебные сетевые сообщения, занимающие несколько десятков бит, что позволит обмениваться информацией относительно большому числу узлов без перегрузки сети;

– функционировать с малым количеством служебных сообщений;

– использовать простой алгоритм маршрутизации, что обеспечит эффективную обработку сетевых сообщений на узлах с малыми энергозатратами, что может быть эффективно применено для операций поиска и спасания и для малогабаритных БЛА.

В дальнейшем протокол будет промоделирован в симуляторе OMNeT++ и получены оценки его производительности.

Применение технологии самоорганизующихся сетей в интеллектуальных транспортных системах может повысить уровень ситуационной информированности всех участников движения, тем самым повысить и безопасность движения, как и в авиационной среде, так и наземной. Способность сети справляться с потоками данных при том условии, что данный вид трафика является очень чувствительным и к времени, и к вероятности доставки. Эффективность работы интеллектуальных транспортных систем с применением протоколов самоорганизующихся сетей зависит от метода доступа к среде передачи данных, что требует тщательного анализа и моделирования различных сценариев работы.

#### Список используемых источников

1. Exxonmobil [Официальный сайт]. URL: <http://corporate.exxonmobil.com/en/energy/energy-outlook/charts/light-duty-fleet-by-type-chart?parentId=8b22b63c-0329-4e0f-a820-9845ea41be7b> (дата обращения 28.11.13).

2. АвиаПорт.Ru – авиация и бизнес. Новостной ресурс. URL: <http://www.aviaport.ru/digest/2007/08/22/126752.html> (дата обращения: 29.11.13).

3. Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter – ICAO Doc 9871 AN/460, Second Edition, 2012. 352 p.

4. Manual on VHF Digital Link (VDL) Mode 4 – ICAO Doc 9816 AN/448, First Edition, 2004. 406 p.

5. Varga A. The ONMeT++ discrete event simulation system // in Proceeding of European Simulation Multiconference, 2001.

6. Azzedine Boukerche Algorithms and protocols for wireless and mobile ad hoc networks // University of Ottawa, Canada, 2009, p. 9.

7. Кулаков М. С. Анализ сценариев развертки мобильных Ad Hoc сетей на базе режима VDL Mode 4 // INTERMATIC – 2013. / Материалы международной научно-практической конференции. Часть 4. М.: МИРЭА, 2013. С. 49–53.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Н.Л. Пиховкин, Д.В. Сахаров

*Информационно-вычислительные сети, объединяющие в единую систему все подразделения и филиалы, позволяют одновременно работать с распределенными или централизованными приложениями, базами данных и другими сервисами. Одной из главных задач обеспечения необходимого уровня защищенности таких сетей является процесс управления рисками, который позволяет направить все усилия на защиту от наиболее вероятных угроз. В статье анализируется важность управления рисками в процессе обеспечения информационной безопасности, а также описывается риск-ориентированная методика построения защищенной распределенной сети, разработанная на основе ведущих мировых стандартов и рекомендаций.*

*Ключевые слова: информационная безопасность, управление рисками, угроза, информационная система, распределенная сеть.*

## SECURING A DISTRIBUTED INFORMATION NETWORK, TAKING INTO ACCOUNT RISK MANAGEMENT

Pihovkin N., Sakharov D.

*Information and computer networks, combining into a single system all departments and branches, can work together in centralized or distributed applications, databases and other services. One of the main tasks of ensuring the necessary level of security of such networks is the risk management process, which allows to make every effort to protect against the most likely threats. The article analyzes the importance of risk management in the process of information security, and describes the risk-oriented method of construction of a secure distributed network developed based on leading standards and recommendations.*

*Keywords: information security, risk management, threat information system, a distributed network.*

Построение защищенной территориально распределенной сети – это сложная комплексная задача. При ее решении приходится учитывать множество факторов и рисков, которые могут оказать негативное влияние на деятельность компании, а также поставить под угрозу конфиденциальность, целостность, доступность информации, качество и скорость ее обработки и передачи. Ограниченные ресурсы и постоянно меняющийся ландшафт угроз и уязвимостей делают невозможным полное снижение всех рисков. Специалисты по безопас-