**ОСОБЕННОСТИ СЕТЕЙ AD-HOC**

**Введение**

В данной работе рассматриваются основные особенности проектирования Ad-hoc сетей и выбора лучшего метода построения. Каждый режим имеет свои достоинства и недостатки, в зависимости от условий и нагрузки. При этом выделяют основные плюсы и минусы, преодоление которых происходит в настоящее время.

**Теоретическая часть**

В этой части работы я хотел бы остановиться на новом принципе организации сетей, так называемых «временных сетях» (Ad-hoc networks, AHN), который является результатом усовершенствования затрагиваемых направлений и связан с проведением измерений на большой площади.

Сети такого типа состоят из набора мобильных узлов, которые легко присоединяются к сети или покидают ее с минимальными организационными сложностями. Узлы, находящиеся на расстоянии прямой связи, связываются друг с другом напрямую, тогда как для обмена данными на большом расстоянии промежуточные узлы выступают в роли ретрансляторов, а сигнал передается через несколько сегментов (Рисунок 1). Считается, что подобная сеть не только самостоятельно организуется, но и самостоятельно восстанавливается. При нарушении определенного маршрута передачи автоматически производится поиск альтернативных маршрутов, за счет чего сохраняется целостность сети.

Цель реализации возможных сетей осуществляется с помощью размещения в сети некоторого устройства координатора и дачи ему полномочий «сервера» по отношению к остальным устройствам, играющими роль «клиентских» станций. Отказ в работе устройства приводит к прерыванию работы сети, несмотря на то, что этот организатор не выполняет ни каких функций, которые не могли бы выполнять другие станции. Предпочтительно использовать исключительно распределенное управление доступа к каналу.



**Рисунок 1** - **сети с меняющиеся
топологией:
а** - **не подвижная сеть;
б** - **сеть рабочих узлов;
в** - **отказ узлов**

Следует отметить, что беспроводная Ad-hoc - сеть (беспроводная динамическая сеть, беспроводная самоорганизующаяся сеть) - это децентрализованная беспроводная сеть, постоянно меняющая свою структуру. Клиентские устройства соединяются «на лету», образуя собой сеть. Каждый узел (участок) сети пытается передать данные, предназначенные другим узлам. Происходит дублирование информации. При этом определение положения доставки сообщения происходит динамически. Это является отличием от проводных сетей и управляемых беспроводных сетей, в которых задачу управления потоками данных выполняют маршрутизаторы (в проводных сетях) или точки доступа (в управляемых беспроводных сетях).

В историческом плане старт первым беспроводным самоорганизующимся сетям был положен проектом «packet radio» на рубеже 60 -70-х годов XX столетия Агентством передовых исследований и разработок Министерства обороны США DARPA (первоначально ARPA) с внедрением проекта ALOHAnet. ALONAnet - стала первой компьютерной сетью передачи данных с пакетной коммутацией. В качестве среды доступа к ней использовалась беспроводная технология.

Относительно среды возможного применения беспроводной сети Ad-hoc можно сообщить следующее. Минимальная конфигурация и быстрое размещение позволяет реализовать и задействовать самоорганизующиеся сети в чрезвычайных и экстренных ситуациях, таких, например, как природные катастрофы и военные конфликты.

В зависимости от категории сети такого типа могут быть классифицированы следующим образом: по иерархии (одноранговые, mesh - сети - сети с ячеистой топологией); по применению (беспроводная сенсорная сеть, транспортная Ad-hoc сеть); по мобильности (мобильные самоорганизующиеся сети).

В данной работе рассматриваются преимущества и реализация беспроводных Ad-hoc сетей. При этом выявлен ряд влияющих проблем и преимуществ. Различают следующие режимы работы сетей Ad-hoc: «точка-точка» (Ad-hoc); инфраструктурный (Infrastucture); режим моста (WDS); точка доступа беспроводной сети для подключения одного устройства (WDS with AP); режим повторения сигнала (Repeater); режим пользователя (Cleint).

Инфраструктурный режим обеспечивает связь пользовательских компьютеров через Wi - Fi роутеры. Роутер является беспроводной станцией. Роутер содержит порт-разъем Ethernet, по которому осуществляется подключение к проводной сети. Связь устанавливается от пользователя к пользователю, по принципу «точка - точка». Устройства пользователей взаимодействуют без применения роутеров.

Имеется одна зона покрытия. Скорость соединения не превышает 11 Мбит/с. Реальная скорость передачи данных будет мала, и соответствует 11/N Мбит/с, где N - число рабочих устройств.

При переходе из одной системы в другую можно обнаружить, что некоторые устройства поддерживают только проводную сеть Ethernet. Для осуществления беспроводного подключения данных устройств используют режим пользователя (клиента). Подключение возможно для одного устройства.

Режим моста осуществляется, когда между постройками не возможна или нежелательна прокладка кабеля. Решение данной задачи позволяет сэкономить средства и ускорит процесс. Подключение пользователей к мосту невозможно. Обмен данными осуществляется непосредственно между парой пользователей. Большинство современных технологий работают в данном режиме.

Режим повторения сигнала используется в случае потери или ослабления сигнала. Повторение сигнала осуществляется через тот же канал, через который информация была получена. Осуществляется передача всех поступивших пакетов. Применение режима повторения снижает скорость передачи данных, за счет наложения сигналов в канале передачи.

Необходимо назвать основные проблемы, возникающие в ходе работы. Их несколько: это слабая помехозащищённость; проблема защищенности данных; проблема скорости передачи данных; проблема функциональности данных методов и их дальнейшее применение.

Маршрутизаторы могут свободно перемещаться в случайном порядке и организовать себя произвольно. Таким образом, беспроводная топология сети может быстро и непредсказуемо меняется. Такая сеть может работать в автономном режиме или может быть подключена к сети интернет. Много интервальность, мобильность, большой сетевой размер в сочетании с устройством гетерогенности, пропускной способности, и ограничения мощности батареи создают протоколы маршрутизации, являющиеся серьезной проблемой.

Мобильные пользователи хотят оставаться на связи в ситуациях, в которых нет фиксированной проводной инфраструктуры. Например, группа исследователей в пути к конференции может встретиться в аэропорту, необходимо подключиться к глобальной сети; студентам может потребоваться взаимодействовать друг с другом во время лекции, или пожарным необходимо подключиться к машине скорой помощи на пути к чрезвычайной ситуации. В таких ситуациях, коллекция мобильных хостов с сетевыми беспроводными интерфейсами могут образовывать временную сеть без помощи создания инфраструктуры или централизованного администрирования. В наше время многие ноутбуки оснащены мощными процессорами, большими жесткими дисками и хорошим звуком с возможностью изображения. Идея формирования сети среди этих исследователей, студентов или членов спасательной команды, которые могут быть легко оснащены устройствами, представляется возможной. Такие сети получили значительное внимание в последние годы в коммерческих и военных целях, в связи с привлекательными свойствами. Организация сети на лету не требует какой-либо запланированной инфраструктуры, таких как базовая станция или центральный контроллер.

Для повышения производительности мобильный хост должен иметь возможность адаптироваться к различным вариантам по производительности и покрытию, а также для переключения шлюзов, когда это выгодно.

Специальная сеть приносит такие функции, как легкое подключение к сетям доступа, динамическую сетевую структуру и прямую одноранговую сеть связи. Многоинтервальная одноранговая сеть должна быть преодолена с помощью шлюза к проводной магистрали. Шлюз должен иметь интерфейс на обоих типах сетей и быть частью, как глобальной маршрутизации, так и локальной маршрутизации.

Пользователи могут извлечь пользу из вездесущих сетей несколькими способами. Мобильность позволяет пользователям переключаться между устройствами, перенести сессии, и еще получить те же самые персонализированные услуги. Мобильность хоста позволяет устройствам доступа пользователей перемещаться вокруг сетей и поддерживать связь и доступ.

В отличие от фиксированной беспроводной сети, беспроводная Ad-hoc сеть характеризуется отсутствием инфраструктуры. Узлы в мобильной одноранговой сети являются двигательными и организованными произвольным образом. Каждый пользователь может свободно перемещаться при общении с другими людьми. Путь между каждой парой пользователей - есть несколько ссылок, и радио между ними может быть неоднородным. Это позволяет объединять различные ссылки, чтобы быть частью той же сети. Мобильная специальная сеть может работать автономно.

Одноранговые сети подходят для использования в ситуациях, когда инфраструктура недоступна или развернуть её является экономически выгодно. Одна из многих возможных применений Ad-hoc сети - это мобильные специальные рекламные сети, в некоторых бизнес-средах, где потребность в совместных вычислениях может быть более важным, например, во время деловой встречи вне офиса, чтобы проинформировать клиентов по данному заданию.

Мобильные специальные сети создают ряд технических и научных проблем, которые необходимо решаться. Специальная архитектура имеет много преимуществ, таких как само-реконфигурация и приспособляемость к сильно изменяющимся мобильным характеристикам, таким как мощность, распределение трафика и балансировка нагрузки.

Обеспечение безопасности беспроводных одноранговых сетей является весьма сложной задачей. Есть определенные конкретные атаки, к которым сеть является уязвимой. Установление связи в свободном пространстве сети позволяет подслушивать или копировать сообщения. В этом случае сетевые атаки могут быть классифицированы, как активные и пассивные. Пассивная атака не вводит никаких сообщений, но прослушивает канал. Пассивная атака пытается открыть для себя ценную информацию и не повышает трафик в сети. В случае активной атаки, сообщения вставляются в сеть. Такие нападения включают в себя репликацию, модификацию и удаление данных обмена.

В одноранговых сетях, активные атаки олицетворяют отказ в обслуживании и раскрытие нападения.

Олицетворение: в этом типе атаки узлы могут присоединиться к сети не обнаруживая себя или отправить ложную информацию о маршрутизации, маскируясь под каким-либо другим доверенным узлом. Протокол рекламирует себя, как имеющий самый короткий путь к узлу, чьи пакеты он хочет перехватить.

Раскрытие атак: можно раскрыть расположение узлов и структуру сети. Существует два типа защиты: профилактический и детектив.

Вредоносные узлы могут нарушить правильное функционирование протокола маршрутизации путем изменения маршрутной информации, фабрикации ложной информации о маршрутизации, а также имитирование других узлов. Secure Routing Protocol является расширением, применяемым к нескольким существующим реактивным протоколам маршрутизации. SRP основывается на предположении существования ассоциации безопасности между отправителем и приемником на основе общего секретного ключа переговоров в установлении соединения. SRP борется против атак, которые нарушают процесс обнаружения маршрута. Узел инициирует открытие маршрута, способен идентифицировать и отбросить ложную информацию о маршрутизации.

Сдвиг спектра радиочастот от обычного управления и контроля распределения к АСС будет иметь существенное влияние на всю беспроводную экосистему АСС приспособление должно быть введено в большинство слоев сетевого протокола в системе, что приведет к значительным изменениям в системе и дизайну сети. АСС предназначено для различных целей, так как беспроводные системы показывают большое разнообразие. Очевидно, что при применении суточных расходов, различные типы беспроводных систем имеют свои собственные требования к конструкции системы. Одноранговой сети на базе DSA представляют собой инфраструктуру беспроводной сети, которая использует для доступа DSA спектр. Сеть характеризуется самоорганизацией, самоконфигурацией и самовосстановлением. Тем не менее, она является более гибкой по спектру, энергии и использовании сетевых ресурсов. Поэтому рассчитывается коэффициент полезного действия.

В настоящее время исследование одноранговых сетей на основе DSA все еще находится на своей ранней стадии. В соответствии с использованием прямо на спектре АДС можно условно разделить на три модели:

* -динамическая специальная модель;
* открытая модель обмена;
* иерархическая модель доступа.

В динамическом использовании модели полосы спектра динамически выделены пользователями для самостоятельного использования. Это можно рассматривать в качестве гибкого расширения. Модель доступа организации и управления, которая позволяет осуществлять продажу и аренду спектра. Спектр в этом контексте является общим и не требуется лицензия для получения доступа к этой части спектра. Модель иерархического доступа является наиболее широко используемой в исследовании CR и позволяет отделить лицензированный спектр от вторжения и помех.

АСС на основе одноранговых сетей.

Беспроводная одноранговая сеть общего доступа является сетью без поддержки инфраструктуры. Обычно это многозвенная сеть, где данные двигаются от источника к месту назначения через многократный промежуточный узел, с помощью расчёта специальными алгоритмами. Беспроводные одноранговые сети интенсивно изучались в последние два десятилетия и акцент делается на маршрутные задачи.

Общие черты и связанные с ними проблемы.

Распределенное зондирование спектра требуется в этих сетях для поддержки АДС. Благодаря специальной природе, каждый узел должен быть в состоянии поймать радио сигнал в окружающей среде и определить его доступный ресурс. Спектры сигнала независимы друг от друга.

Основное требование заключается в том, что чувствительный спектр должен быть достаточно точным, чтобы избежать ненужных помех при минимизации ложных тревог в спектре.

В одноранговой сети на DSA основе, общий канал управления может не всегда быть доступен в сети. Сетевая координация опирается на местные каналы и соседние узлы. Это создает проблему в сети управления.

Новые скрытые проблемы возникают в специальных сетях на основе АДС. В одном случае, это скрытые терминалы, которые нельзя обойти с помощью обычной сигнализации, такие как запрос на отправку или готовности к передаче.

Между двумя соседними кластерами могут быть использованы различные мастер-каналы. Они разделяют общие каналы. Основной идеей в управлении каналом в исследуемой сети, является разработка распределительного механизма, который выбирает из соседних кластеров один и тот же основной канал, максимально возможный для управления узлами в сети. Это позволяет создать общий канал, где можно сосредоточить определенное количество узлов и осуществить управление определенной группой узлов для достижения выполнения данной задачи.

Некоторые требования необходимо учитывать при разработке такого механизма:

Механизм должен работать в дистрибутивном режиме. Он должен полагаться только на обмен местной информацией и функционировать.

Механизм должен быть надежным. Стабильный общий канал должен объединять все сосредоточенные узлы.

Механизм должен адаптироваться к изменениям канала. Управление осуществляется после того как была произведена проверка на наличие постороннего вмешательства и вредоносного устройства в сети.

Этот механизм должен быть устойчивым к колебаниям каналов. Колебания каналов должно быть минимальным, поскольку это может привести к разрыву соединения и потери связи.

Существует такое понятие, как облако для управления каналов и управления его кластеров в сети. Определим облако следующим образом. В кластере в дополнение к мастеру канала, все участники могут совместно использовать другие каналы. Если два кластера разделяют один и тот же канал, мы помещаем эти два кластера в облако и даем общий доступ к управлению.

При условии, что в облаке находятся задействованные каналы, все команды управления и настройки будут доступны. Управление осуществляется с любого устройства, имеющего разрешение на присоединения к нему.

Оно имеет свойство расширяться. Находит при этом похожие или одинаковые узлы и объединяет их, добавляя новые, не затребованные. При этом у всего есть свой ресурс. В основном объединение осуществляется только из задействованных устройств. Чем меньше устройств, тем быстрее будет работать система. Необходимо иметь запасной вариант любого приемника, для того чтобы в момент отказа одного, не создать очередь для передачи сообщения внутри.

В процессе достижения стабильности канала удается установить связь между соседями и осуществлять обмен.

Идею облака можно проиллюстрировать на простом примере. Когда новый кластер сформирован, он сначала транслирует свои мастер-каналы и обмениваться каналами в окрестности, затем узнает всю информацию о соседях.

Все существующие протоколы маршрутизации предполагают, что все мобильные хосты имеют одинаковые свойства и основываются на духе самоорганизующейся сети, используя услуги друг друга для общения. Бывают ситуации, когда сеть будет включать в себя узлы с преимущественными полосами пропускания, гарантированного электроснабжения и высокоскоростной беспроводной связи. Такие узлы называются «SuperHosts».

Качество обслуживания (QoS) маршрутизации.

До сих пор, большинство протоколов маршрутизации, которые были предложены для специальной беспроводной сети, оптимизируются по короткому расстоянию, так как, самый короткий путь, как правило, предпочтительнее. Для трафика кратчайший путь маршрутизации может быть достаточным. Самоорганизующиеся сети, как правило, скудны и динамичны, затрудняют эффективное использование ресурсов или выполнение критически важных приложений в режиме реального времени. На основании этого, необходимо обеспечить QoS маршрутизации, поддержку для эффективного управления, суммарный трафик, который может поступать в сеть. Маршрутизация QoS, представляет собой механизм маршрутизации, в соответствии с которым пути для потоков определяются в зависимости от наличия ресурсов в сети. Маршрутизация QoS означает, что выбираются маршруты с достаточными ресурсами с указанными параметрами QoS. Цель QoS маршрутизации - две точки. Первая из них для удовлетворения требований QoS, а вторая, это глобальная эффективность ресурса использования. Таким образом, маршрутизация QoS будет рассматривать несколько ограничений, а также обеспечивать лучший баланс нагрузки, путем распределения трафика по различным путям, при условии соблюдения требования QoS разного трафика. Напротив, существующие протоколы маршрутизации, кажется, предпочитают маршрутизацию трафика по кратчайшему пути, вызывая тем самым узкое место.

В самоорганизующихся сетях, существует множество показателей, которые необходимо учитывать: наиболее надежный путь, наиболее стабильный путь, максимальная суммарная мощность, ширина полосы и так далее. Желательно, чтобы выбор маршрутов, проходил по минимальной стоимости на основе указанных выше показателей.

Как мы знаем, многоадресная маршрутизация является функцией сетевого уровня, которая строит пути вдоль пакетов данных, от источника распределения, чтобы достичь многие, но не все направления в сети связи. Затем многоадресная маршрутизация отправляет одну копию пакета данных одновременно нескольким приемникам связи, которые разделяют пути. Обмен путей к приемникам определяет дерево, используемое для распространения пакетов многоадресной рассылки. В отличие от однонаправленной маршрутизации, многоадресная маршрутизация является очень полезным и эффективным способом поддержки групповой связи. Это особенно относится к самоорганизованной сети, где пропускная способность и энергия ограничены. Кроме того, в самоорганизующиеся сети часто состоят из нескольких совместных рабочих групп. Развертывание многоадресной маршрутизации в самоорганизующейся сети обеспечит совместные визуализации и мультимедиа-конференции, а также распространение информации в критических ситуациях, таких как стихийные бедствия или военные сценарии. Multicast маршрутизации самоорганизующихся сетей стали активно исследоваться только совсем недавно и много исследований было сосредоточено на разработке одноадресной протоколов маршрутизации. Однако самоорганизованная сеть лучше подходит для многоадресной передачи, чем одноадресной из-за ее вещательных характеристик. Использование многоадресной маршрутизации в самоорганизующейся сети создает новые проблемы.

Традиционные протоколы многоадресной сети не подходят для этой среды по следующим причинам:

1. Маршрут источника исходящего сигнала запрашивает путь, делая протоколы источника неэффективными.

2. Члены Multicast двигаются таким образом, что исключают использование фиксированной групповой топологии.

3. Хранение слишком большого объема информации о состоянии многоадресной рассылки создает большое давление, как на ёмкость, так и на мощность, которые сильно ограничены в КПК устройствах в самоорганизующихся сетях.

Ограниченные ресурсы в MANETs сделали проектирование эффективным и надежным. Интеллектуальная стратегия маршрутизации требуется, чтобы эффективно использовались ограниченные ресурсы. В то же время, можно было бы адаптироваться к изменяющимся сетевым условиям: размер сети, плотность трафика и разделение сети. Параллельно с этим протоколом маршрутизации, возможно, потребуется предоставить другие уровни QoS для различных типов приложений и пользователей. Для повышения интересов к беспроводным сетям в проводных сетях были использованы основные алгоритмы. Эти алгоритмы обычно определяют состояние канала связи и расстояние векторных алгоритмов. Алгоритмы не масштабируются в больших MANETs. Это происходит потому, что периодические или частые обновления маршрутов в больших сетях могут потреблять значительную часть имеющейся пропускной способности, увеличение канала и требовать, чтобы каждый узел часто перезаряжал его источник питания. Для преодоления проблем, связанных с состоянием канала, было предложено несколько протоколов маршрутизации для MANETs. Эти протоколы могут быть разделены на три группы: глобальные, активные, по требованию или реактивные и гибрид. В активных протоколах маршрутизации, маршруты во всех направлениях (или части сети) определяются при запуске и поддерживаются с помощью периодического процесса обновления маршрута. Реактивные протоколы: маршрут определяется, когда требуется от источника обнаружение маршрута. Гибридные протоколы маршрутизации сочетают в себе основные свойства двух классов протоколов в одно целое. Каждая группа имеет ряд различных стратегий маршрутизации, которые используют плоскую или иерархическую структуру маршрутизации.

В процессе сравнивания и анализирования мобильных специальных протоколов маршрутизации сети важное значение имеют соответствующие методы их классификации. Эти характеристики в основном связаны с информацией, которая используется для маршрутизации, когда приобретается эта информация, а также распределяются роли узлов, способных принимать участие в процессе маршрутизации.

**Заключение**

Итак, в своей работе я рассказал о методах функционирования Ad-hoc сетей при разных условиях проектирования и разном скоростном режиме, с препятствиями и без них. Также были обозначены основные особенности работы и сложности при проектировании. Полагаю, что мне удалось донести до заинтересованных читателей суть беспроводных самоорганизующих сетей и основную проблематику, сопровождающую процесс передачи информации.

**Библиографический список**

1. Балонин Н.А. Беспроводные персональные сети Учебное пособие, Санкт-Петербург, 2012, 68 с.
2. Жиль Тоне. Временные беспроводные
Ad–hoc сети, Москва, 2005, 2 с.
3. Хоров Е.М. Назначение беспроводных многошаговых самоорганизующихся сетей, Москва,
 2007, 6 с.
4. Филипов А.Н. Свойства и характеристики Ad-hoc сетей//Молодой ученый, -2016, - №11 - 136 с.