

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Толмачёв Д.Ю., студ.; Молоковский И.А., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

На сегодняшний день сети передачи данных стремительно развиваются. Исследуются новые технологии, и способы доставки информации. Проводные сети передачи данных ушли далеко вперед, по сравнению с беспроводными, и достигли скоростей передачи 100 гигабит в секунду по технологии Ethernet, и 43 терабита в секунду по оптоволокну. Беспроводные сети далеко позади со скоростью 6.9 гигабит в секунду (теоретически). На открытом пространстве с передачей информации по беспроводным сетям проблем практически нет, но в закрытых помещениях связь может обрываться.

Но беспроводные сети имеют такие преимущества:

- 1) Возможность создания сети без создания наземной инфраструктуры.
- 2) Быстрота организации.

Недостатки таких сетей:

1) Так как зона покрытия ограничена, то не гарантируется доступность узла на момент передачи.

2) Построить точную топологию сети практически невозможно.

Актуальность работы состоит в том, что в настоящий момент маршрутизаторы не всегда могут обеспечить покрытие территории, без потерь в мощности сигнала. Для достижения этой цели необходимо внедрять сети Ad hoc, которые будут обеспечивать стабильность подключения. На данный момент есть несколько технологий которые позволяют осуществлять беспроводную маршрутизацию между устройствами. Это сети Mesh, а также сети Ad hoc, и другие.

Mesh сети – радиосети ячеистой структуры, состоящие из беспроводных стационарных маршрутизаторов, которые создают беспроводную магистраль и зону обслуживания абонентов и мобильных/стационарных абонентов, имеющих доступ (в пределах зоны радиосвязности) к одному из маршрутизаторов. Топология – звезда, со случайным соединением опорных узлов.

Ad hoc сети – радиосети со случайными стационарными абонентами, реализующие полностью децентрализованное управление при отсутствии базовых станций или опорных узлов. Топология – фиксированная со случайным соединением узлов.

MANET (Mobile Ad hoc NETWORKS) сети – радиосети со случайными мобильными абонентами, реализующие полностью децентрализованное управление при отсутствии базовых станций или опорных узлов. Топология – быстро меняющаяся со случайным соединением узлов.

WSN (Wireless Sensor Networks) – беспроводные сенсорные (телеметрические) сети, состоящие из малогабаритных сенсорных узлов с интегрированными функциями мониторинга определенных параметров окружающей среды, обработки и передачи данных по радиоканалам. Они могут, в зависимости от задачи, строиться как топологии Mesh, Ad hoc так и MANET; автомобильные сети **VANET** (Vehicle Ad hoc NETWORKS) – сети связи транспортных средств; и всевозможные гибриды вышеизложенного. Они могут измерять такие параметры, как температуры, звук, вибрации, давление, движение объектов или воздуха. Развитие беспроводных сенсорных сетей изначально было мотивировано военными задачами, например, наблюдением за полем боя. В настоящее время беспроводные сенсорные сети используются все шире во многих областях гражданской жизнедеятельности,

включая промышленный мониторинг и мониторинг окружающей среды, здравоохранение и контроль движения объектов.

Статистически определена таблица с данными о потерях сигнала после прохождения препятствия (таблица 1).

Таблица 1 – Затухание сигнала при прохождении препятствия

Препятствие	Дополнительные потери(dB)	Процент уменьшения радиуса действия сигнала Wi-Fi после прохождения соответствующего препятствия по сравнению с открытым пространством
Открытое пространство	0	100%
Окно без тонировки (отсутствует металлизированное покрытие)	3	70%
Окно с тонировкой (металлизированное покрытие)	5-8	50%
Деревянная стена	10	30%
Межкомнатная стена (15,2 см)	15-20	15%
Несущая стена (30,5 см)	20-25	10%
Бетонный пол/потолок	15-25	10-15%
Монолитное железобетонное перекрытие	20-25	10%

Например, если на открытом пространстве радиус действия сигнала Wi-Fi достигает 400 м, то после прохождения одной межкомнатной стены он уменьшится до $400\text{м} * 15\% = 60\text{м}$. После второй ещё раз $60\text{м} * 15\% = 9\text{м}$., а после третьей $9\text{м} * 15\% = 1,35\text{м}$. Таким образом, можно предположить, что через две межкомнатные стены (толщиной не более 15см) сеть Wi-Fi будет работать, а вот через три стены скорее всего соединение установить не получится.

В помещении связь обрывается уже после третьего препятствия. Прямое подключение абонентов может прерываться в таких условиях.

Объектом исследования является подключение устройства с низким уровнем сигнала с помощью «крайних» абонентов (абонентов которые ближе всего находятся к устройству, которое запрашивает такую услугу) (рисунок 1), а также группы устройств (ad hoc-сети) к открытой точке доступа wifi находящуюся в помещении.

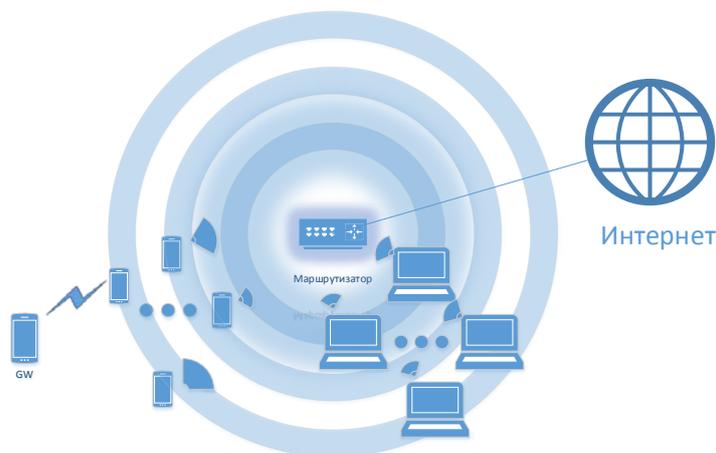


Рисунок 1 – Подключение абонента к сети wifi через посредника

Математическая модель подключения устройства к посреднику выглядит следующим образом.

Пусть n – количество устройств, подключенных к wi-fi системе.

Данные о расстоянии записываются в массив M где d – расстояние от роутера до станции:

$$\sum_{i=1}^n M_i = d_i .$$

Для каждого устройства высчитывается формула для расчёта затухания сигнала:

$$\sum_{i=1}^n L_i = 20 \lg \left(\frac{4\pi d_0 f}{c} \right) + 10k \lg \left(\frac{d}{d_0} \right),$$

где k – коэффициент ослабления, который, в частности, равен 2 для открытого пространства;

d – расстояние от точки доступа до точки передачи;

f – частота сигнала;

c – скорость света;

d_0 – эталонное расстояние, равное 1 м.

Далее в массив P записываются мощности антенн устройств и уровень сигнала:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i .$$

А в массив LS записывается уровень сигнала:

$$LS = \sum_{i=1}^n LS_i .$$

Необходимо ввести булеву переменную, которая отвечает за то нужно ли устройству подключение через посредника:

$$B_i = \begin{cases} 1, & \text{если } LS_i > 20\% \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} .$$

Если $B_i = 1$ то запоминается его номер, и местоположение.

Пусть R – устройство, которому нужно подключение через посредника.

Далее маршрутизатор смотрит в таблицу и сравнивает какое устройство находится ближе всего, по расчётам дальности):

$$C = \min(L_R < L_i) ,$$

где C устройство которое находится ближе всего к устройству R .

Данный принцип позволяет строить, теоретически, неограниченные по дальности цепочки из устройств, которые подключены всего к одному маршрутизатору. Недостатком такого подхода является нагрузка на устройство R , так как к нему может быть подключено несколько устройств с разной интенсивностью использования. Необходимо уравнивать всех пользователей в такой сети, равной скоростью которая не будет отличаться от других устройств. Эффективное распределение полосы пропускания устройства, к которому подключено устройство «С» будет производиться с помощью специальных очередей PCQ и QUEUE TREE, но устройству «С» будет предложена меньшая полоса пропускания.

Адекватность полученной модели можно оценить в симуляторе mininet-wifi. Он позволяет быстро проводить тестирование систем ad hoc и Mesh.

В первом случае будем тестировать ситуацию, когда сигнал от маршрутизатора перестал доходить до устройства, в связи с его перемещением.

Тогда алгоритм действует следующим образом.

1. Берется устройство С которое ближе всего находится к устройству R, которому необходимо дополнительное подключение к маршрутизатору. Поступает сигнал от маршрутизатора с целью включения Ad hoc сети состоящей из двух устройств R и С.

2. Запускается Ad hoc сеть, которая будет работать пока, устройство R или С не выключит соединение с wifi. Или не уйдет на расстояние, для которого будет невозможно подключение к устройству R.

Алгоритм показывает, что, в ситуации, когда подключение к станции невозможно, есть устройства, которые напрямую подключены к wi-fi маршрутизатору, и находятся ближе к устройству, которое не может подключиться к этой сети, или произошел разрыв подключения. Проведено моделирование ситуации, в которой сигнал wi-fi прервался из-за препятствия (рисунок 2). Устройство посылает сигнал, который будет являться признаком того что устройству необходимо подключение.

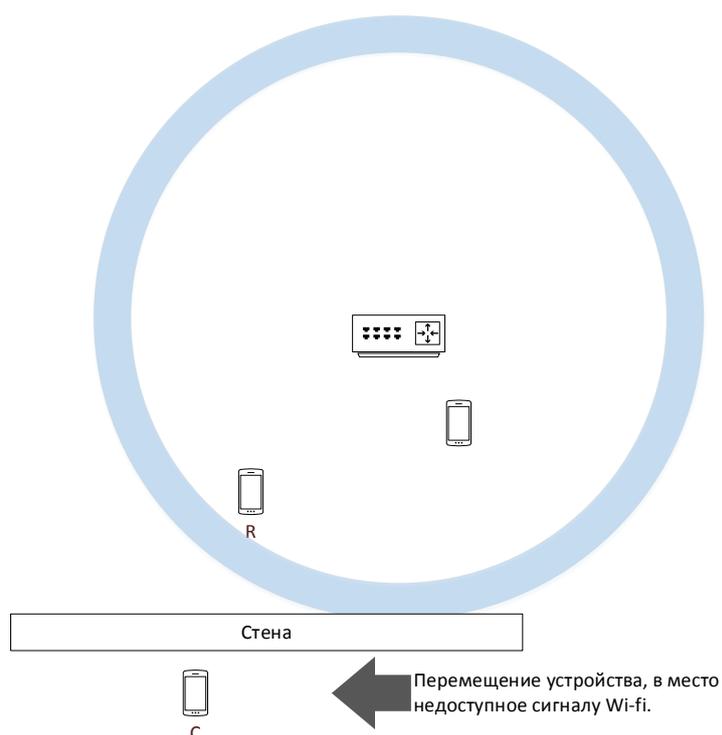


Рисунок 2 – Ситуация для моделирования

Исходя из результатов моделирования можно сделать вывод о том, что такое подключение пригодно для использования в публичных точках доступа, которые находятся в помещении. Эта самоорганизующаяся сеть может использоваться взамен нескольких маршрутизаторов, что позволяет сэкономить при покупке и проектировании сети здания.

Выводы. Целью работы является разработка алгоритма, позволяющего устройствам соединяться с сетью wifi даже за пределами зоны покрытия. Это заключается с помощью самоорганизующихся сетей Ad hoc или Mesh сетей. Была приведена математическая модель подключения двух устройств в сеть Ad hoc. И было проведено моделирование ситуации в которой сигнал wifi прерывался из-за препятствия.

Перечень ссылок

1. Кочин, В. П. Быстрая оценка мощности wi-fi-сигнала при прохождении препятствий в пределах здания [Электронный ресурс] / В. П. Кочин, Ю. И. Воротницкий, Д. А. Стрикеле // Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа : <http://elib.bsu.by/handle/123456789/22199>

2. Коэффициенты затухания сигнала Wi-Fi при прохождении через различные среды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://help.keenetic.net/hc/ru/articles/213968869-Коэффициенты-затухания-сигнала-Wi-Fi-при-прохождении-через-различные-среды>