

УДК 621.395

НАРОЖНИЙ В.В., к.т.н., доцент,
ГРИГОРЬЯНЦ Г.Е., інженер інформаційного вичисельного центра,
МОЙСЕЕНКО В.И., д.т.н. (УкрГАЗТ)

Принципы построения беспроводной телекоммуникационной сети с использованием нескольких точек доступа

Для решения задач оперативности в организации безопасности труда на железнодорожном транспорте и повышения контроля к соблюдению требований охраны труда, разрабатывается система диспетчерской индивидуальной информатизации (СДИИ) с применением новых технологий GPS и Wi-Fi. В статье рассматриваются основные принципы построения беспроводной сети с использованием нескольких точек доступа, для увеличения зоны покрытия распространения сигналов.

Ключевые слова: беспроводная сеть, точка доступа, стандарт 802.11, роутер, управляемый коммутатор.

Постановка проблемы

Обеспечение безопасных условий труда, сохранение здоровья и жизни работников транспорта – важнейшая задача на железнодорожном транспорте во всех видах деятельности.

Человеческий фактор – основная причина несчастных случаев. Большинство случаев травматизма – результат неудовлетворительной организации работ на производстве, отсутствие должного контроля в вопросах соблюдения требований охраны труда со стороны руководителей, в некоторых случаях организация профилактических работ по охране труда на низком уровне, отсутствие контроля за устранением выявленных замечаний при проверках, проводимых руководителями дистанций, дорог и предприятий, нарушением технологического процесса, низкой трудовой и производственной дисциплины.

Для совершенствования организации безопасности труда на железнодорожном транспорте и повышения контроля за соблюдением требований охраны труда, разрабатывается система диспетчерской индивидуальной информатизации (СДИИ) на базе современных информационных и телекоммуникационных мобильных технологий.

Коммуникационные мобильные технологии уже имеют широкий спектр использования в жизнедеятельности человека. Смартфон – современное мобильное телекоммуникационное устройство является многофункциональным и быстро занимающим рынок мобильной связи. Используя встроенные функции Wi-Fi и GPS можно значительно усовершенствовать систему «человек на пути» и снизить травматизм работников железной дороги. Определяются координаты работников, при приближении поезда в реальном времени на

мобильные устройства (смартфоны) приходит звуковое и графическое сообщение. Данное нововведение дает возможность диспетчеру контролировать не только передвижение составов, но и передвижения работников.

Применив эти технологии на железнодорожном транспорте можно не только повысить безопасность, но и поднять трудовую дисциплину, поскольку каждый работник всегда будет виден на экране монитора дежурного по станции или диспетчера участка. Данные на мобильные устройства передаются по беспроводной технологии Wi-Fi.

Анализ последних исследований и публикаций

Ранее были опубликованы статьи [1,2], в которых были рассмотрены основные принципы создания СДИИ и проведение исследований влияния подвижного железнодорожного транспорта на передачу данных в беспроводных сетях стандартов Wi-Fi. Данная статья является продолжением исследования методов организации беспроводной телекоммуникационной сети на железнодорожном транспорте с учетом специфики отрасли, а именно размещение беспроводных точек доступа на территории железнодорожной станции.

Цель статьи

Целью данной статьи рассмотреть принципы построение беспроводной телекоммуникационной сети с использованием нескольких точек доступа, для организации СДИИ на железнодорожной станции. Беспроводные технологии, как и любые технологии передачи информации, имеют ограничение по дальности приема сигнала. Мобильные устройства пришли на смену стационарных, возникла необходимость в перемещении устройства без потери качества приема и передачи сигнала. Для решения данной задачи нужно построить телекоммуникационную сеть с использованием распределенных точек доступа, которые способны охватить все зоны участков, где могут находиться мобильное устройство. Рассмотрим железнодорожную станцию, площадью 100 000м² (200 метров в ширину и 500 метров в длину).

Возникает ряд вопросов, которые необходимы при проектировании беспроводной телекоммуникационной сети:

- какой стандарт связи выбрать?
- каким режимом объединить точки доступа в единую сеть?
- какое оборудование выбрать?
- как рассчитать зону покрытия?
- как управлять сетью?

Изложение основного материала исследования

Рассмотрим по порядку нюансы, которые нужно учитывать при проектировании беспроводной телекоммуникационной сети. Первый шаг, с которого начинается проектирование — это выбор стандарта беспроводной связи. Рассмотрим стандарты беспроводных сетей Wi-Fi (таб. 1).

Таблица 1

Стандарты IEEE 802.11 (Wi-Fi)

Характеристики	Стандарты:			
	IEEE 802.11a	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11n
Год ратификации Wi-Fi альянсом	2001	1999	2003	2009
Максимальная скорость передачи данных	54 Мбит/с	11 Мбит/с	54 Мбит/с	600 Мбит/с
Обычная скорость передачи данных	23 Мбит/с	4 Мбит/с	20 Мбит/с	120 Мбит/с
Ширина канала	20 МГц	22 МГц	20 МГц	40 МГц
Диапазон сигнала (в помещении/ на улице)	~35м./~110 м.	~30м./~100 м.	~35м./~110 м.	~70м./ ~160 м.
Схема модуляции	OFDM	DSSS	OFDM	OFDM, MIMO
Рабочая частота	5,15–5,350 ГГц 5,725–5,825 ГГц	2,4–2,4835 ГГц	2,4–2,4835 ГГц	2,4–2,4835 ГГц 5,0 ГГц.

Из табл. 1 видно преимущество стандарта IEEE 802.11n и именно его следует выбирать при построении беспроводной телекоммуникационной сети с использованием нескольких точек доступа.

Преимущества стандарта IEEE 802.11n:

- увеличение скорости передачи данных;
- увеличение зоны покрытия;
- увеличение надежности передачи сигнала;
- увеличение пропускной способности.

Устройства 802.11n могут работать в одном из двух диапазонов: 2.4 или 5.0 ГГц. На физическом уровне реализована усовершенствованная обработка сигнала и модуляции, добавлена возможность

одновременной передачи сигнала через четыре антенны.

На сетевом уровне реализовано более эффективное использование доступной пропускной способности. Вместе эти усовершенствования позволяют увеличить теоретическую скорость передачи данных до 600 Мбит/с – увеличение более чем в десять раз, по сравнению с 54 Мбит/с стандарта 802.11a/g.

В реальности, производительность беспроводной локальной сети зависит от многочисленных факторов, таких как среда передачи данных, частота радиоволн, размещение устройств и их конфигурация.

Одним из основных моментов стандарта 802.11n является поддержка технологии MIMO (Multiple Input Multiple Output, Многоканальный вход/выход). С

помощью технологии MIMO реализована способность одновременного приема/передачи нескольких потоков данных через несколько антенн, вместо одной. Стандарт 802.11n определяет различные антенные конфигурации "MxN", начиная с "1x1" до "4x4". Первое число (M) определяет количество передающих антенн, а второе число (N) определяет количество приемных антенн.

Чем больше устройство 802.11n использует антенн для одновременной работы передачи/приема, тем будет выше максимальная скорость передачи данных. Однако, само по себе использование нескольких антенн не увеличивает скорость передачи данных или расширение диапазона. Основным в устройствах стандарта 802.11n является то, что в них реализован усовершенствованный метод обработки сигнала, который и определяет алгоритм работы MIMO-устройства при использовании нескольких антенн. Конфигурация "4x4" при использовании модуляции 64-QAM обеспечивает скорость до 600 Мбит/с, конфигурация "3x3" при использовании модуляции 64-QAM обеспечивает скорость до 450 Мбит/с, в то время как конфигурации "2x3" и "1x2" обеспечат скорость до 300 Мбит/с.

Другой дополнительной особенностью стандарта 802.11n является увеличение ширины канала с 20 до 40 МГц. В беспроводных сетях используются два частотных диапазона 2.4 ГГц и 5 ГГц. В полосе частот 2.4 ГГц для беспроводных сетей доступны 13 каналов с интервалами 5 МГц между ними. Для передачи сигнала беспроводные устройства стандарта 802.11b/g используют каналы шириной 20 МГц. Беспроводное устройство стандарта 802.11b/g использует один из 13 каналов из полосы 20 МГц в пределах частоты 2.4 ГГц, но фактически задействует 5 пересекающихся каналов. Например, если точка доступа использует канал 6, то она оказывает значительные помехи на каналы 5 и 7, а также оказывает помехи на каналы 4 и 8. Когда происходит передача данных устройством, беспроводной сигнал отклоняется от центральной частоты канала +/- 11 МГц. В некоторых случаях происходит отклонение энергии радиочастоты до 30 МГц от центрального канала. Для исключения взаимных помех между каналами необходимо, чтобы их полосы отстояли друг от друга на 25 МГц. Таким образом, остается всего 3 непересекающихся канала на полосе 20 МГц: 1, 6 и 11 (рис. 1).

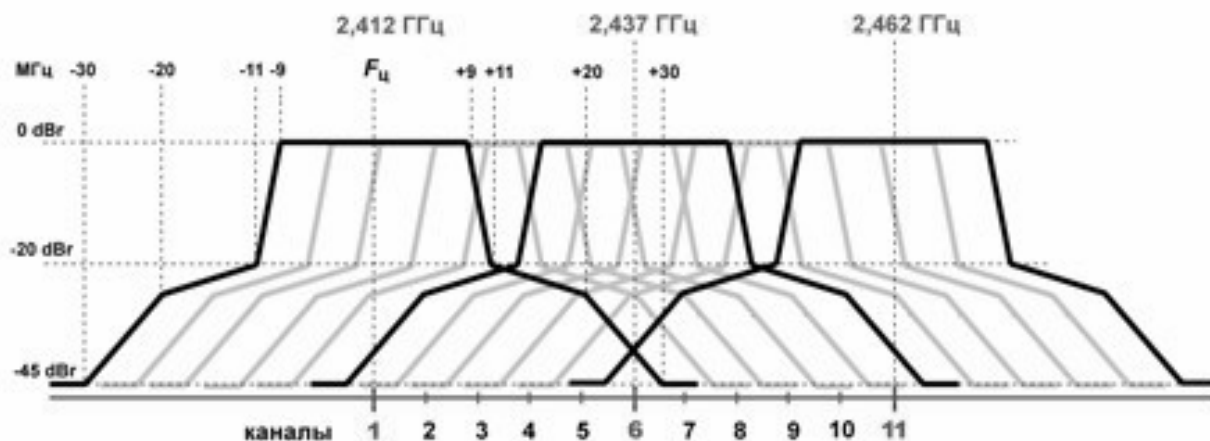


Рис. 1. Схематическое изображение распределения каналов в диапазоне 2,4 ГГц.

Беспроводные точки доступа, работающие в полосе частот 2.4 ГГц, в пределах одной покрываемой зоны обслуживания должны избегать перекрытия каналов для обеспечения качества беспроводной сети.

Большинство беспроводных локальных сетей 802.11n используют каналы 40 МГц только в диапазоне частот 5 ГГц. В сетях, использующих полосу частот 5 ГГц (802.11n), проблемы пересекающихся каналов не существует. Устройства стандарта 802.11n могут использовать ширину канала 20 или 40 МГц в любом частотном диапазоне (2.4 или 5 ГГц). При использовании ширины канала 40 МГц

(устройства 802.11n) происходит двойное увеличение пропускной способности по сравнению с шириной канала 20 МГц. В полосе частот 5 ГГц доступно 19 непересекающихся каналов, которые более пригодны для применения в устройствах стандарта 802.11n, обеспечивающих максимально возможную скорость передачи данных. Сигналы распределяются без взаимного перекрытия каналов с шириной полосы 40 МГц.

Существуют три режима работы 802.11n: HT, Non-HT и HT Mixed. Рассмотрим более подробно каждый из режимов.

Режим с высокой пропускной способностью HT (High Throughput)

Точки доступа 802.11n используют режим High Throughput (HT). В этом режиме разрешены к использованию только клиенты 802.11n. Режим позволяет воспользоваться преимуществами повышенной скорости и увеличенной дальностью передачи данных, обеспечиваемыми стандартом 802.11n. Устройства 802.11b/g, используют ту же полосу частот, поэтому если такие устройства существуют в зоне покрытия, то они не смогут общаться с точкой доступа 802.11n.

Режим с невысокой пропускной способностью Non-HT. Точка доступа 802.11n с использованием режима Non-HT (известный также как наследуемый режим), отправляет все кадры в формате 802.11b/g, чтобы устаревшие станции смогли понять их. При использовании этого режима передача данных осуществляется со скоростью, поддерживаемой самым медленным устройством.

Смешанный режим с высокой пропускной способностью HT Mixed. Смешанный режим HT Mixed будет наиболее распространенным режимом для точек доступа 802.11n в ближайшие несколько лет. В этом режиме, усовершенствования стандарта 802.11n могут быть использованы одновременно с существующими станциями 802.11b/g. Режим HT Mixed обеспечит обратную совместимость устройств, но устройства 802.11n получат уменьшение пропускной способности. В этом режиме точка доступа 802.11n распознает наличие старых клиентов и будет использовать более низкую скорость передачи данных, пока старое устройство осуществляет прием-передачу данных.

Таким образом, при практическом применении улучшений стандарта 802.11n, преимущества могут быть достигнуты в полной мере только при условии, что клиенты 802.11b/g отсутствуют, и беспроводная сеть работает в "чистом" режиме HT.

После того как мы выбрали стандарт передачи данных, нужно определиться с методом объединения всех элементов беспроводной сети. Задача состоит в том, чтобы каждое мобильное устройство в подконтрольной нам зоне имело возможность передавать и получать данные в беспроводной сети Wi-Fi. Для примера в нашей статье будет рассмотрена железнодорожная станция площадью 100 000 квадратных метров. Необходимо выбрать оптимальный метод подключения сетевого оборудования между собой. При этом должен соблюдаться принцип, при котором перемещение мобильного устройства из одной зоны покрытия Wi-Fi в другую зону для пользователя было незаметно, т.е. не нужно было вручную делать переподключения и вводить пароль.

Рассмотрим основные режимы работы точки доступа Wi-Fi. Режим точки доступа Access Point (AP). В этом режиме устройство будет работать в качестве обычной беспроводной точки доступа Wi-Fi, т.е. в этом режиме предоставлена возможность клиентам (ноутбуки, смартфоны и др.) получать беспроводной доступ к устройству для подключения к сети Интернет и к ресурсам проводной сети.

Режим беспроводного моста Wireless Bridge. В этом режиме устройство используется для соединения двух независимых друг от друга проводных сетей. Может также использоваться как беспроводной удлинитель Ethernet для объединения двух сегментов сети.

Режим AP/Bridge (AP+Bridge). При использовании совместного режима AP/Bridge беспроводная точка доступа одновременно выступает в качестве обычной точки доступа Wi-Fi для беспроводных клиентов и в качестве беспроводного моста между собственной беспроводной сетью и удаленной беспроводной сетью. Режим AP/Bridge позволяет также связать три и более беспроводные сети.

Режим повторителя Repeater (Bridge/Repeater) - функционируя в режиме беспроводного репитера, точка доступа расширяет диапазон действия беспроводной сети посредством повтора сигнала удаленной точки доступа. Для того чтобы точка доступа могла выполнять функции беспроводного расширителя радиуса действия другой точки доступа, в её конфигурации необходимо указать Ethernet MAC-адрес удаленной точки доступа. В данном режиме беспроводные клиенты могут обмениваться данными с точкой доступа.

Режим роуминга (Roaming) Режим роуминга - это не самостоятельный режим, а дополнительная возможность к режиму точки доступа (AP). Предположим, если в сетевом окружении имеются несколько точек доступа, то беспроводные станции (клиенты), перемещаясь между зонами их покрытия, могут переключаться с одной точки на другую. Такой процесс называется роумингом. Перемещаясь с места на место, беспроводная станция должна выбирать наиболее подходящую точку доступа с точки зрения силы сигнала, нагрузки на сеть и других факторов. Функция роуминга позволяет точкам доступа передавать между собой информацию о беспроводных станциях. Перемещаясь из одной зоны покрытия в другую, беспроводная станция находит канал новой точки доступа, после чего информирует остальные точки доступа локальной сети об изменении.

Находясь в роуминге, подвижный пользователь беспроводной локальной сети не испытывает обрывов подключения к проводной сети через точку доступа.

Функция роуминга позволяет мостам обмениваться самой последней информацией обо всех беспроводных станциях, перемещающихся между точками доступа.

Однако даже при отключенном роуминге беспроводные станции могут подключаться к другим точкам доступа. Включение этой функции гарантирует правильность перенаправления трафика и максимальную эффективность работы точки доступа.

Режим беспроводной системы распределения WDS (Wireless Distribution System) - технология, позволяющая расширить зону покрытия беспроводной сети путем объединения нескольких Wi-Fi точек доступа в единую сеть без необходимости наличия проводного соединения между ними. Отличительной чертой технологии по сравнению с другими решениями является сохранение MAC-адресов клиентов сети.

Проанализировав режимы работы точки доступа, есть два варианта, которые бы подошли к нашей задаче – охватить больший периметр покрытием беспроводной сети Wi-Fi. Первый вариант – настроить систему в режиме работы точки доступа Repeater, второй вариант – организовать работу беспроводной сети в режиме Roaming. Первый вариант предусматривает временный обрыв при переподключении мобильного устройства с одной точки доступа к другой, т.е. получается псевдорезим роуминга. С точки зрения финансовых затрат этот метод будет относительно недорогой. Второй вариант обеспечивает незаметное для пользователя переподключение с одной точки доступа к другой. С точки зрения финансовых затрат, данный метод относительно дорогой. Рассмотрим детальнее роуминг. Роумингом называется процесс переподключения устройства к беспроводной сети при перемещении его в пространстве. Принимаемая мощность радиосигнала ослабевает с расстоянием до передатчика, в результате чего падает эффективная скорость передачи информации, растут канальные ошибки вплоть до обрыва беспроводного соединения. При наличии в радиосети с одним именем (SSID) более чем одной точки доступа, перемещение мобильного абонента из зоны уверенной работы в пределах первой точки доступа в зону, где сигнал от второй точки доступа качественнее (выше мощность, больше отношение сигнал/шум), может произойти такое переподключение.

Решение об осуществлении переподключения всегда принимает клиентское устройство (драйвер Wi-Fi адаптера). Точка доступа может только «подсказать» устройству о желательности данного действия. При первоначальном подключении абонента централизованно управляемая система может «заставить» абонента подключиться к предпочтительной (с точки зрения загрузки) точке, и на желаемом канале/диапазоне.

Бесшовным называют такой механизм роуминга, при котором потери передаваемых данных, возникающие в момент переключения с точки на

точку, минимальны либо равны нулю, а стек TCP/IP клиентской операционной системы даже не замечает факт переключения. Такой механизм важен при эксплуатации чувствительных к задержкам и потерям приложений, таких как передача голоса по радиосети (Voice over Wireless), потокового видео, больших объемов данных и вообще всех случаев, где протокол TCP не в состоянии «пережить» временное пропадание канала передачи данных.

Для организации бесшовного роуминга нужен контроллер, который будет управлять беспроводными точками доступа, а это в свою очередь подразумевает, что бытовые точки доступа, которыми переполнены все магазины нам не подойдут. Для данной задачи нужны управляемые точки доступа, они на порядок дороже бытовых точек доступа.

Далее мы рассмотрим оба варианта, так как для нашей задачи потеря нескольких пакетов TCP при переключении не критична.

Следующее, что нам нужно выбрать, - это оборудование. Разнообразие фирм производителей сетевых беспроводных устройств огромное, а еще больше марок этих устройств. Нам нужно разобраться, по каким критериям делать выбор и на что в первую очередь обратить внимание:

- внутренняя или внешняя точка доступа (в помещении/на улице);
- тип антенны (направленная, всенаправленная);
- наличие портов (какие разъемы есть в устройстве);
- какие стандарты поддерживает (IEEE 802.11);
- частотный диапазон;
- мощность беспроводного сигнала;
- режимы работы;
- сколько пользователей одновременно поддерживает одна точка доступа.

Для нашей задачи нужно выбрать точку доступа:

- внешнюю;
- с возможностью подключения всенаправленной внешней антенны;
- наличие порта LAN (RJ-45), с поддержкой PoE (передача питания на через LAN порт);
- поддержка стандарта IEEE 802.11n;
- частотный диапазон от 2,4 ГГц до 2,4835 ГГц
- мощность от 18 дБм;
- режим работы Ретранслятора или Роуминга;
- от 30 пользователей одновременно могут работать с одной точкой доступа (чем выше, тем лучше).

Например точка доступа «TP-LINK TL-WA5210G» (бюджетный вариант) и «Cisco Aironet серии 1550» (дорогостоящий вариант с поддержкой режима роуминга). Для режима роуминга точки доступа недостаточно, нужен дополнительно коммутатор для управления беспроводными точками доступа.

Рассмотрим преимущество контроллера беспроводной сети. Благодаря этому устройству можно создавать унифицированные масштабируемые, высокопроизводительные, безопасные и управляемые беспроводные коммутируемые локальные сети. Есть возможность управления безопасностью, полосой пропускания и поддерживать функционирование всей беспроводной сети. Помимо этого, выполняя мониторинг пользователей и управляя их аутентификацией во время роуминга, коммутаторы могут задавать и управлять всеми параметрами беспроводных точек доступа, включая радиочастотные каналы, управление питанием, сегментацией беспроводного трафика, роумингом, балансировкой нагрузки, обнаружением несанкционированных точек доступа и параметрами безопасности. Коммутатор обеспечивает выбор свободных или наименее используемых радиочастотных каналов для каждой беспроводной точки доступа, чтобы избежать интерференции с другими точками доступа или радиочастотными устройствами. Для каждой точки доступа коммутатор устанавливает выходную мощность передатчика, которая обеспечит устойчивый прием радиосигналов беспроводными клиентами и в то же время сведет к минимуму интерференцию с радиочастотными сигналами других устройств. Коммутатор обладает двумя функциями для повышения отказоустойчивости беспроводной сети, а именно - так называемый процесс "самовосстановления" и функция балансировки нагрузки между точками доступа. Чтобы восполнить недостаточную зону покрытия в результате выхода из строя точки доступа (например, из-за сбоя питания), коммутатор автоматически увеличивает выходную мощность передатчика соседних точек доступа, чтобы увеличить их зону покрытия. Для обеспечения непрерывного подключения существующих клиентов, коммутатор выполняет балансировку нагрузки между точками доступа, когда сетевой трафик достигает определенного порогового значения. С помощью непрерывного постоянного мониторинга точки доступа коммутатор может установить роуминг между точками доступа для этих пользователей, не требуя переустановки ключей аутентификации. Быстрый роуминг осуществляется без разрыва соединения, обеспечивая надежную работу соединения для таких мобильных приложений, как беспроводная IP-телефония и беспроводное подключение КПК.

Недостатком коммутатора управления точками доступа является:

- сложность настройки всей сети;
- высокая стоимость самого коммутатора, а также стоимость точек доступа, которые имеют возможность центрального управления;

- существует привязка к производителю, т.е. нельзя связать точку доступа производителя «Cisco» с коммутатором производителя «Hewlett-Packard».

Следующий этап - рассчитать необходимое количество точек доступа для организации Wi-Fi «покрытия» на территории 100000 м². Длина 500 м, ширина 200 м. Определить число точек поможет подробное картирование местности (обследование и нанесение на карту зон покрытия Wi-Fi-сигнала от точки доступа, которое будет в дальнейшем использоваться) или полная установка всего оборудования и его тестирование на месте. То же самое относится и к выбору антенн для усиления сигнала.

При организации беспроводной сети нужно учитывать не только мощность антенны точки доступа, а и мощность передатчика клиента точки доступа (смартфон, ноутбук), она есть в описании устройства. Мощность передатчика ТД обычно до 100 мВт (20 dBm), а мощность типичных мобильных клиентов находится в диапазоне 30-50 мВт. Таким образом в зоне покрытия найдутся места, где клиент будет «видеть» ТД хорошо, а ТД клиента — с слабым уровнем сигнала (или вообще не будет «видеть») таким образом получается асимметрия. Это справедливо даже с учетом того, что у ТД обычно лучше чувствительность приема, речь идет не о дальности, а о симметрии. Сигнал есть – а связи нет. Это актуально, если вы используете Wi-Fi для скайпа (симметричная передачи звука и видео), для обычного интернет-доступа это не так критично (только, если вы не на краю покрытия). У большинства клиентских устройств мощность передатчика снижена на «крайних» каналах (1 и 11/13 для 2.4 ГГц). Пример из документации FCC одного из мобильного устройства (мощность на порту антенны).

Channel	Frequency (MHz)	Power (dBm)
Low	2412	13.50
Middle	2437	17.00
High	2462	13.50

Рис. 2. Мощность на порту антенны в зависимости от частоты на мобильном устройстве.

Как видно на рис. 2, на крайних каналах мощность передатчика в ~2.3 раза ниже, чем на средних. Причина в том, что Wi-Fi – связь широкополосная, удержать сигнал чётко в пределах рамки канала не удастся. Вот и приходится снижать мощность в «пограничных» случаях, чтобы не задевать соседние диапазоны. Таким образом, мы можем установить мощные внешние антенны, но особого эффекта в

нашей ситуации (клиент должен передавать данные) не даст.

Скорость беспроводной сети настолько зависит от условий, что очень трудно поддается однозначным числовым характеристикам. Цифры, указанные в описании стандарта, означают всего лишь верхний теоретический порог. Он сознательно завышен относительно реального количества данных, переданного в единицу времени, потому что в случае беспроводной сети только такой порог и поддается хоть какому-нибудь точному расчету. Для практических нужд можно руководствоваться следующим правилом: в идеальных условиях скорость

передачи будет равна ориентировочно трети – половине от заданной в стандарте цифры. Остальное займут служебная информация, повторы потерянных пакетов, преодоление коллизий. Неизбежные помехи еще больше снизят эту цифру. Например, беспроводной адаптер, поддерживающий стандарт IEEE 802.11g (теоретическая скорость 54 Мбит/с), на небольшом расстоянии в том же помещении и при отсутствии помех обеспечит скорость передачи данных примерно 20–23 Мбит/с. На рис. 3 приведена типовая картина зависимости скорости от расстояния для стандарта g в отсутствие помех и препятствий, составленная по данным фирмы TRENDnet.

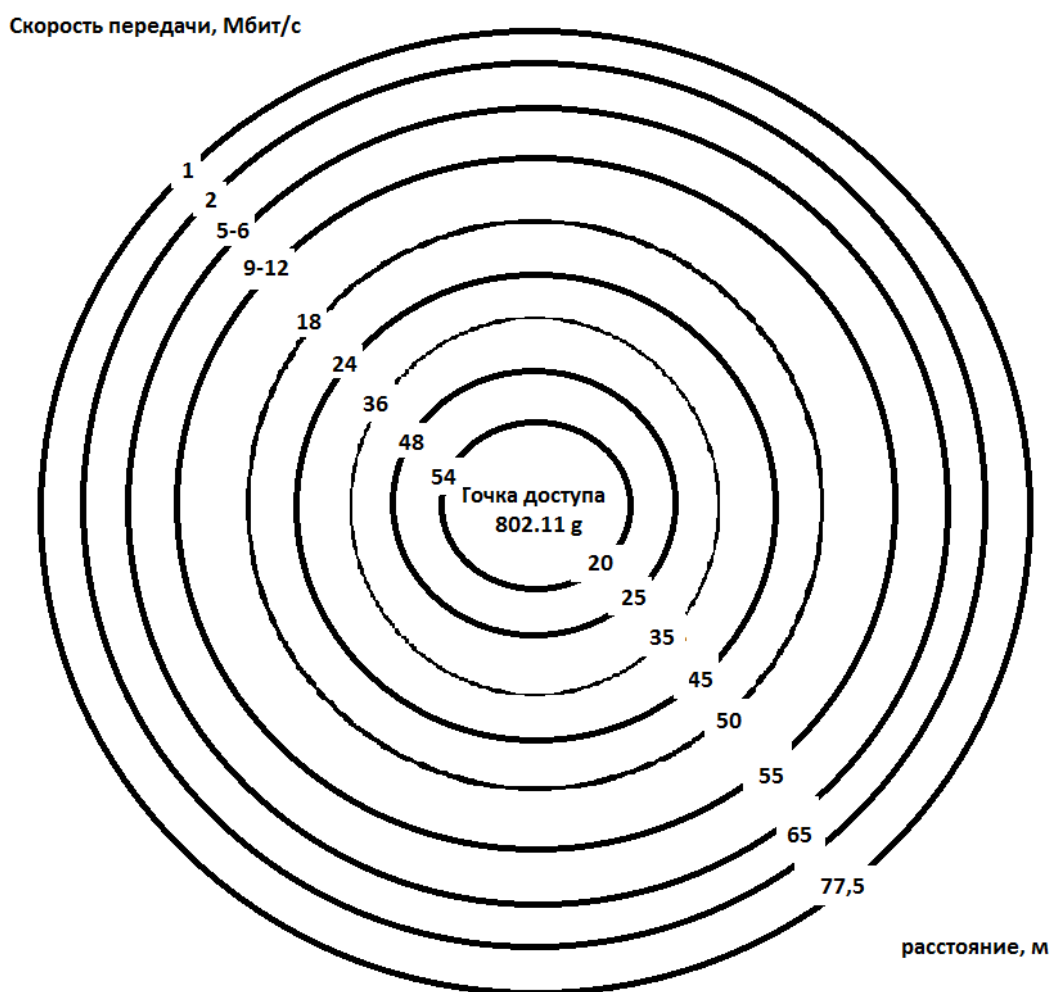


Рис. 3. Зависимость теоретической скорости Wi-Fi от расстояния на открытом пространстве (по данным фирмы TRENDnet)

При этом для IEEE 802.11n в диапазоне 2,4 ГГц производители утверждают, что этот стандарт значительно меньше ослабляется перегородками и посторонними помехами. Стандарт IEEE 802.11n имеет четыре варианта — 150 Мбит/с, 300, 450 и 600 Мбит/с, различающихся попросту количеством антенн,

работающих параллельно на разных каналах. Трехантенный адаптер n и обеспечит теоретически 450 Мбит/с (практически около 100–150 Мбит/с), но только в случае отсутствия помех со стороны соседних сетей.

Таблица 2

Потеря эффективности сигнала Wi-Fi при прохождении через различные среды (по данным фирмы Zyxel)

Препятствие	Дополнительные потери, дБ	Эффективное расстояние, %
Открытое пространство	0	100
Окно	3	70
Деревянная стена	10	30
Межкомнатная стена толщиной 15,2 см	15-20	15
Несущая стена толщиной 30,5 см	20-25	10
Бетонный пол или потолок	15-25	10-15
Монолитное железобетонное перекрытие	20-25	10

Из табл. 2 видим, что эффективное расстояние составляет величину, на которую уменьшится радиус действия после прохождения соответствующего препятствия по сравнению с открытым пространством.

Для нашей задачи, чтобы охватить всю зону покрытием Wi-Fi, необходимо установить 3 точки доступа. Из расчета у стандарта 802.11n дальность полезного сигнала 160 метров, вычитаем 30%(т.к. 160 метров это эталон). Получаем на практике ~112 м дальность стабильного полезного сигнала. Если используется мощные внешние антенны, дальность может дойти и до 400 метров.

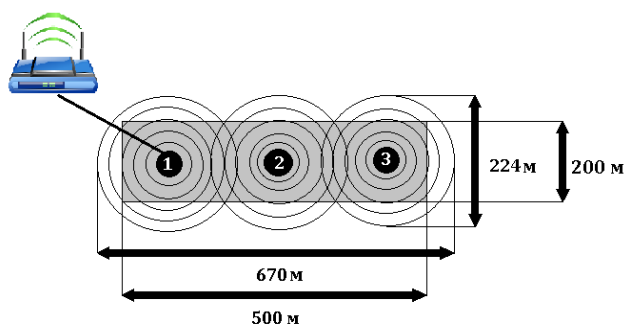


Рис. 4. Схема расположения точек доступа

На рис. 4 отображена схема расположения 3-х точек доступа для покрытия 100 000м² беспроводной сетью Wi-Fi. Серый прямоугольник на рис. 4 - это зона, необходимая для нашей задачи. Переподключение клиента обычно происходит в том

случае, если мобильное устройство было физически перемещено вдали от точки доступа, что вызвало ослабление сигнала или просто из-за большого сетевого трафика через первоначальную точку доступа (распределение общей нагрузки).

Распространено мнение о том, что близкое размещение повторителей Wi-Fi улучшает скорость и качественный показатель сигнала, это заблуждение. Зоны покрытия различных точек должны пересекаться, но не более чем на 30%. При отсутствии пересечения зон клиент все равно отключится от одной точки при переходе к другой (появляются «слепые зоны»), а при слишком большом пересечении клиент не сможет выбрать приоритетную точку доступа по силе сигнала. Чем ближе одна точка доступа к другой, тем больше помех они создают друг другу.

Исходя из полученных данных, необходимо настроить все 3 точки доступа. В бюджетном варианте 1 устройство – нужно настроить в режиме точка доступа Wi-Fi (AP). Устройство 2 и 3 – настроить в режиме ретранслятора. Второй более дорогой по стоимости вариант. Все 3 устройства работают в режиме точки доступа с роумингом (AP+ Roaming), так же нужно настроить и подключить все точки доступа к коммутатору управления беспроводными точками.

Выводы из данного исследования и перспективы

Построение беспроводной сети на большом пространстве с несколькими точками доступа не такая простая задача, как кажется на первый взгляд. Так как есть ряд нюансов, которые не проявляются при использовании одной точки доступа. При проектировании беспроводной телекоммуникационной сети нужно учитывать: стандарт связи, способ объединения точек доступа, тип оборудования и зону покрытия «полезного» сигнала. Если один из четырех пунктов нарушен, то дальность действия сигнала сократится в многократном размере. В системе диспетчерской индивидуальной информатизации дальность и эффективность беспроводной сети играет важную роль, поэтому дальнейшее исследование будет рассматривать влияние беспроводного сигнала на прохождение движущегося железнодорожного состава, как источник электромагнитных помех, которые могут сократить дальность «полезного сигнала», следовательно, нужно будет внести коррективы в расчет, рассмотренный в данной статье.

Литература

1. Сборник научных трудов Украинской государственной академии железнодорожного транспорта №128(ISSN 1994-7852). Трубочанинова К.А., Нарожный В.В., Григорьянц Г.Е., Леншин А.В. Применение современных телекоммуникационных мобильных технологий для повышения контроля за техникой безопасности в информационной системе «Человек на пути» железнодорожной отрасли. С. 192-200.
2. Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта №33(ISSN 1993-5579). Нарожный В.В., Григорьянц Г.Е. Проведение исследований влияния подвижного железнодорожного транспорта на передачу данных по WiFi. С. 114-119.
3. Справочник по телекоммуникационным технологиям.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 640 с.
4. Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте. / Г.В. Горелов, В.А. Кудряшов, В.В. Шмыгинский и др., Под ред Г.В. Горелова. М.: УМК МПС России, 1999. – 57 6 с.
5. Басов В.И., Загарий Г.И. и др. Мультисервисные сети / Под ред. Ю.Н.Терещенко. – Харьков: ЧП Издательство «Нове слово», 2009. – 192 с.
6. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под. ред. А. П. Пятибратова. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с
7. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2000. 672 с.
8. Описание сетевых коммутаторов D-Link DWS-3024, сайт: <http://dlink.ru/ru/products/1/665.html>
9. Сравнение продуктов и решений, сайт: http://www.cisco.com/web/UA/products/wireless_comparison.html#~outdoor
10. Wi-Fi: неочевидные нюансы, статья, сайт: <http://habrahabr.ru/post/149447/>

NAROZHNYI V., GRIGORIANTC G., MOJSEENKO V. THE PRINCIPLES OF BUILDING A WIRELESS TELECOMMUNICATION NETWORK USING SEVERAL ACCESS POINTS. The dispatching individual informational support system using GPS and Wi-Fi new technologies is being developed to solve the tasks of operational efficiency while organizing labour safety on railway transport and increasing control over the compliance with labour safety requirements. Main principles of building a wireless network by making use of several access points to increase signal propagation coverage are considered in the article.

Key words: wireless network, access point, 802.11 standard, router, managed switch.

НАРОЖНИЙ В.В., ГРИГОР'ЯНЦ Г.Є., МОЙСЄЄНКО В.І. Принципи побудови бездротової телекомунікаційної мережі з використанням декількох точок доступу. Для вирішення завдань оперативності в організації безпеки праці на залізничному транспорті та підвищення контролю до дотримання вимог охорони праці, розробляється система диспетчерської індивідуальної інформатизації (СДІІ) із застосуванням нових технологій GPS і Wi-Fi. У статті розглядаються основні принципи побудови бездротової мережі з використанням декількох точок доступу, для збільшення зони покриття поширення сигналів.

Ключові слова: бездротова мережа, точка доступу, стандарт 802.11

Рецензент д.т.н., професор, професор кафедри СКС Листровой С.В. (УкрГАЖТ)

Поступила 23.09.2014г.