Связь под землёй: екатеринбургское метро

Современные люди настолько привыкли к мобильной связи, что не готовы мириться с её, пусть даже и временным, отсутствием. Если на улице и в зданиях обеспечить бесперебойное покрытие можно установкой стандартного оборудования и классическим планированием сети, то для метро используются специальные решения. О том, как организована работа связи в екатеринбургской подземке и с какими сложностями приходится сталкиваться техническим специалистам, мне удалось выяснить у представителей нескольких уральских операторов.



Метро – режимный объект, да ещё и под землёй, поэтому ему присущи достаточно строгие ограничения на возможности организации связи, монтажа и так далее. По этой причине использовать стандартное оборудование для обеспечения сотовой связи в подземке сложно и экономически не эффективно.

Главной особенностью екатеринбургского метрополитена, с точки зрения построения беспроводной сети, является высокое сосредоточение абонентов в небольшом пространстве со сложной архитектурой (большое количество спусков, подъемов, поглощающих и отражающих поверхностей) в пределах станций, а также длинные и извилистые тоннели между станциями.



Организация сети

Связь в екатеринбургском метро реализуется не так, как в городе. В городе используются, так называемые, макросоты — мощные устройства, рассчитанные на множество абонентов на большой площади. В метро на станциях площади покрытия, как правило, достаточно малые: платформа, переходы и эскалаторы. Причем площади эти часто вытянуты (например, глубокий эскалатор), и возможность монтажа может быть только с одной стороны объекта.

Метро в Екатеринбурге достаточно глубокое. В отличие от «мелкого» европейского метрополитена, нет ситуаций, когда городские соты могут использоваться для покрытия платформ или когда их сигнал «пробивается» в перегон или переход.

В отличие от Москвы или Санкт-Петербурга, где есть единая транспортная инфраструктура, и операторы используют её совместно, уральские сотовики предпочитают строить сети в метро самостоятельно и отдельно друг от друга. Во многом это связано с малой протяженностью линий подземки и небольшим количеством станций.

Сотрудник отдела эксплуатации сети «Вымпелкома» (бренд «Билайн»):

> Для организации покрытия 3G как на платформах, так и в тоннелях екатеринбургской подземки, в нашей компании полностью использует свою инфраструктуру, в том числе антенны, ВЧ-фидер, БС. При этом сложностей по организации в метро дополнительных технологий, например 2G, нет, за исключением того, что все работы проводятся в ночное время, когда подземка никак не используется.

Представитель "МегаФона":

> Мы строим инфраструктуру самостоятельно, арендуя электропитание и каналы связи у метрополитена. У нас установлены партнерские отношения с представителями администрации. И мы и они заинтересованы, чтобы жители и гости Екатеринбурга пользовались услугами метро с комфортом и получали доступ к современным возможностям, к которым, несомненно, относится как связь, так и мобильный интернет.





С точки зрения планирования нужно учитывать, что абонентов в час пик в соту может набраться столько же, сколько в «большую» на поверхности. По этой причине транспортный канал у разных операторов на разных станциях составляет от 5 до 30 Мбит.

Специалист технического департамента МТС отмечает:

> У нас есть техническая возможность расширять существующий канал по мере необходимости, но на практике для голоса и сёрфинга этого хватает. Если вы один на станции и стоите около антенны, то можно получить 42 Мбит/с по стандарту, но по факту будет около 5-30 из-за ограничений транспорта. Если людей много, соответственно, канал делится между ними.

Зато в метро почти нет сложностей с интерференцией и пересечениями с соседними сотами. Соседей банально нет, кроме точки стыка с поверхностью.

Помимо этого, во многих местах люди находятся достаточно близко к излучающему оборудованию, поэтому особое внимание уделяется его безопасности.

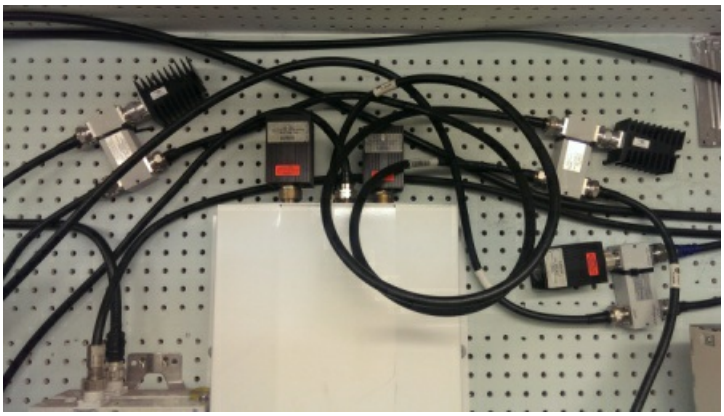


В пределах станций екатеринбургского метро установлены распределенные базовые станции (БС) с несколькими секторными антеннами. Наверняка, каждый из тех, кто часто пользуется метро, замечал под сводами тоннелей станций, платформами самих станций и эскалаторов небольшие прямоугольные белые блоки. Это и есть излучающие антенны.

Представитель сотрудник отдела эксплуатации сети «Вымпелкома» (бренд «Билайн»):

> Платформы покрываются антеннами, расположенными на арке тоннеля. Эскалаторы покрываются антеннами на арке внизу, направленными вверх. В самом тоннеле, кстати, устанавливать ничего нельзя.

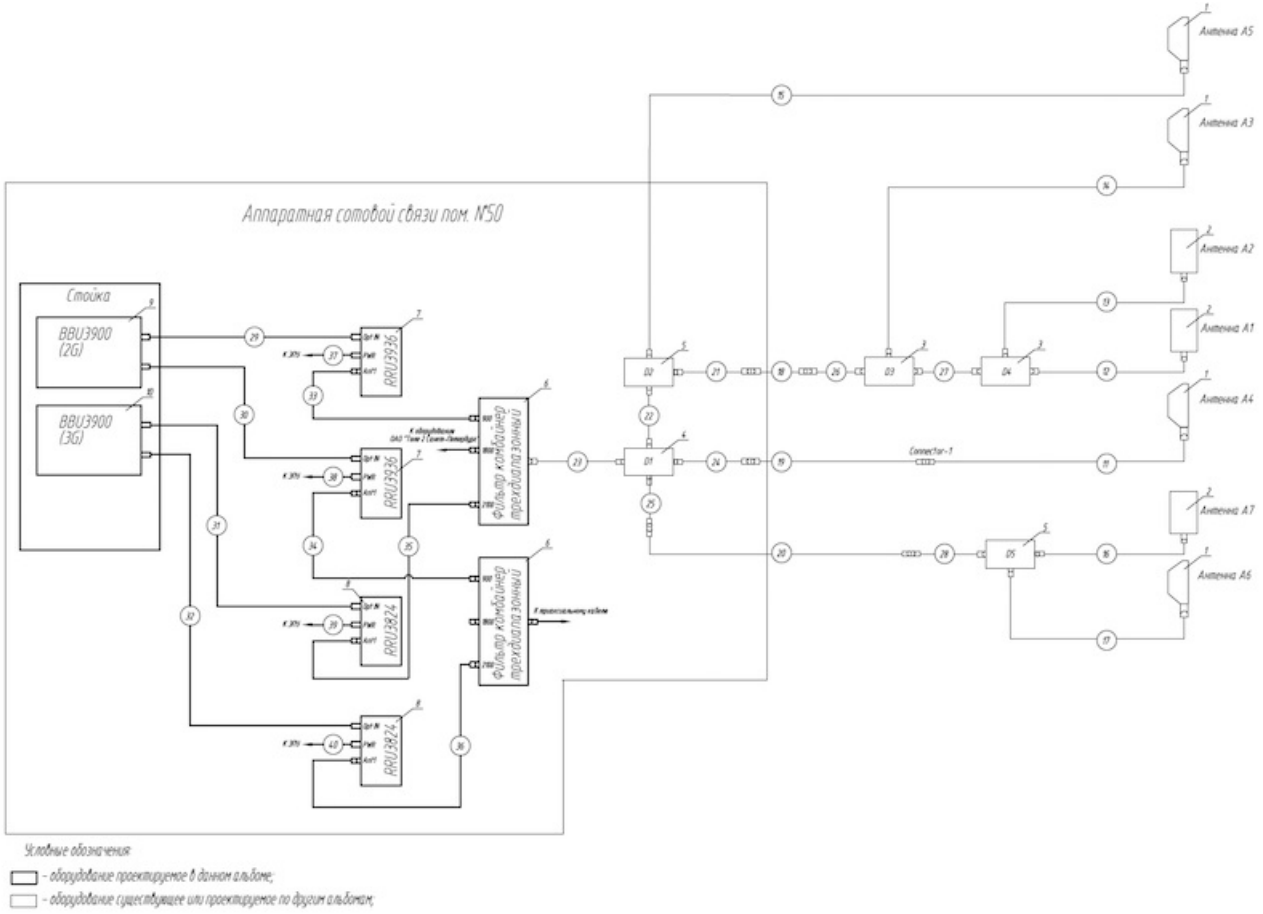


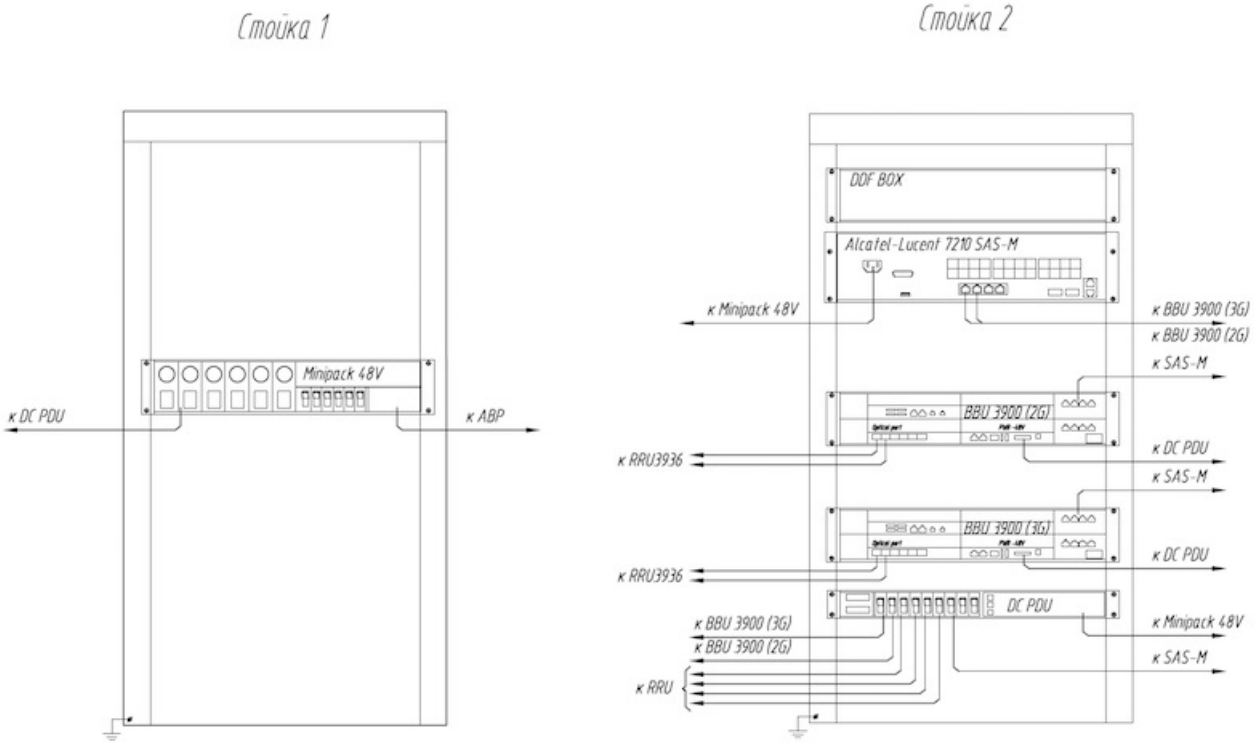


Обычно в пределах одной станции строится одна БС, с несколькими секторами, каждый из которых может излучать/принимать сигнал через несколько секторных антенн, покрывающих разные части станции. Как правило, БС в метро имеют очень высокую ёмкость, поскольку для подземки свойственно лавинообразное увеличение абонентской нагрузки. Также особенностью БС на станциях является низкая излучаемая мощность, что связано с небольшими покрываемыми площадями.



Сами управляющие модули базовых станций (за исключением антенн и внешнего оборудования) установлено в специальных технических помещениях (серверных) на станциях. Как правило, это закрытые двери у края платформ, либо в переходах. Одна серверная используется всеми операторами, и за её функционирование, включая энергопитание, отвечают службы метрополитена. Если потребуется физический доступ специалиста в эту серверную, необходимо получать разрешение от администрации метро. После этого специальный сотрудник подземки открывает все двери и следит за работой.

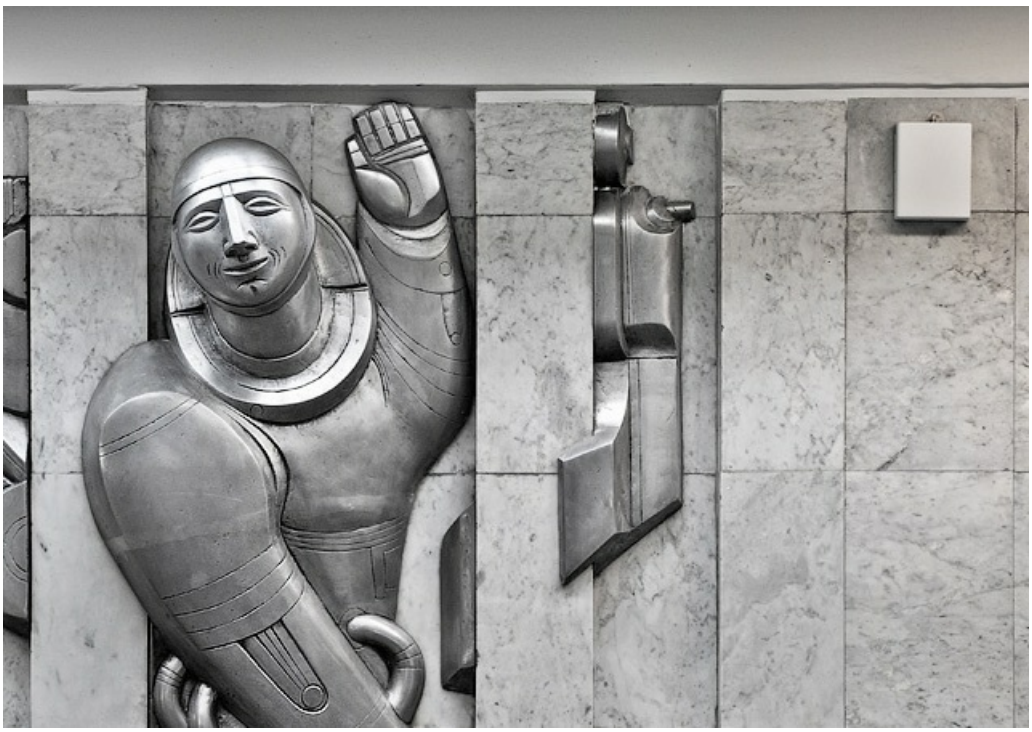




Для организации связи в тоннелях между станциями использовать indoor-антенны экономически неэффективно, так как их излучаемая мощность невысока и потребуется очень большое количество таких антенн и десятки километров соединяющего фидера на каждый перегон. Поэтому в тоннелях используют другое решение – излучающий кабель (leaky feeder). Он представляет собой обычный фидер, используемый при построении антенно-фидерных устройств (АФУ) обычных outdoor БС, но с многочисленными небольшими прорезями или отверстиями по всей длине. За их счёт, передаваемый по кабелю сигнал, немного излучается или «вытекает» (отсюда и его название) в открытое пространство. Этого вполне достаточно для уверенного приема в радиусе нескольких метров от него. Излучающий кабель прокладывается на всем протяжении тоннеля между станциями, что позволяет создать непрерывное радио покрытие и даёт возможность совершать непрерывные соединения. Если тоннель имеет значительную длину, то возможно размещение нескольких

промежуточных БС или удаленных приемопередатчиков, подключенных с помощью оптической линии. В екатеринбургском метро все перегоны относительно небольшие (исключение - перегон между станциями «Геологическая» и «Чкаловская», где по проекту будет построена ещё одна станция).

Другим возможным способом покрытия тоннелей является использование нескольких последовательно установленных репитеров с логопериодическими антеннами, смотрящих вдоль тоннеля, которые имеют более узкую диаграмму направленности, чем обычные секторные антенны. Однако, как показывает практика, такой способ не на много дешевле, чем использование излучающего кабели, и, одновременно, обеспечивается худшее покрытие дистанции. Стоит оговориться, что в Екатеринбурге такая схема организации связи не используется ни одним из операторов.





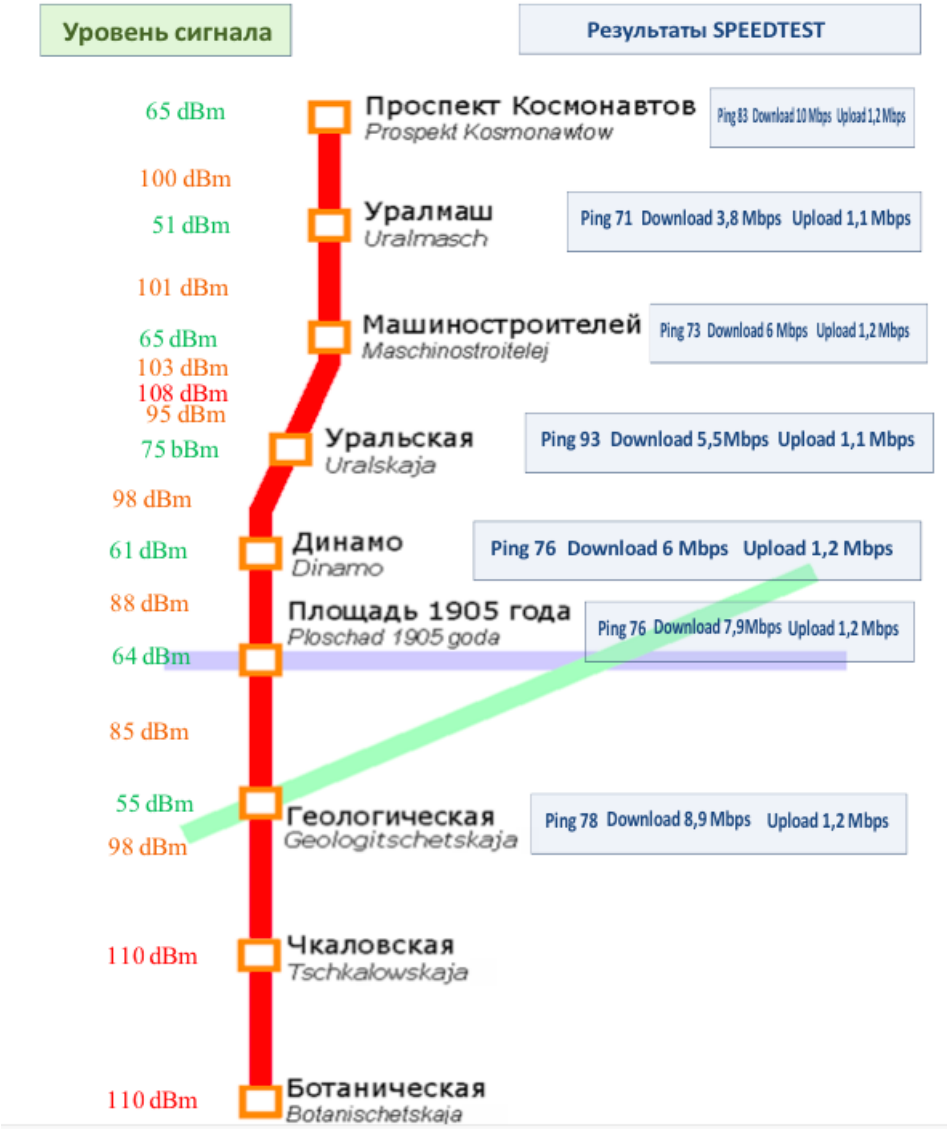
История и современность

Мобильная связь в Екатеринбургский метрополитен пришла в 2003 году. Тогда оператор МОТИВ запустил покрытие на станции «Площадь 1905 года». Ну, а с 2005 года мобильной связью в подземке могли похвастаться уже все операторы. С 2012 года началось освоение перегонов между станциями.

В настоящее время мобильная связь представлена на всех станциях метро, хотя есть и ряд особенностей. Так, у «МегаФона», «Ростелекома», МТС и «Билайна» сеть 3G присутствует на всех

станциях екатеринбургского метро. Правда на станциях «Чкаловская» и «Ботаническая» стабильно работают сети только у «МегаФона». У МОТИВа покрытие тех же станций осуществляется с помощью 2G. Однако уже сейчас оператор начинает проектирование сетей LTE 1800 в метро.

В личных беседах сотрудники операторов жалуются на то, что при проектировании, запуске и обслуживании сетей связи в метро приходится сталкиваться со множеством трудностей административного характера. Во-первых, в связи с особым режимом работы метрополитена все работы по строительству и обслуживанию могут проводиться только в ночное время, что увеличивает сроки реализации проекта и приводит к повышению его стоимости. Во-вторых, любые действия операторов проходят долгое согласование со всеми службами метро, даже если это касается физического доступа в серверные.



Отдельных слов заслуживает эпопея со станциями «Чкаловская» и «Ботаническая», открытых в 2011 году. Вплоть до 2014 года на этих станциях не было никакой связи. Администрация подземки просто-напросто никого не пускала на объекты. Операторы годами пытались получить разрешения на монтаж оборудования, но всё было впустую. Вопрос удалось решить лишь на самом высоком уровне, когда на администрацию города надавили жители Екатеринбурга и сами операторы.

В итоге с начала 2014 года начался монтаж оборудования и его приёмка. Но трудности с администрацией метро не закончились до сих пор. В «Ростелекоме» отмечают:

> Станции «Чкаловская» и «Ботаническая» на текущий момент запущены только по 2G. При этом происходят их постоянные отключения в связи с тем, что станции ещё не переданы метрополитену администрацией официально, и у нас нет возможности заключить договор на размещение оборудования. 3G по этим двум станциям в планах строительства этого года.

Представитель "МОТИВа":

> Необходимое оборудование на этих станциях уже установлено и протестировано. В данный момент мы ждем окончательного согласования и официального разрешения от руководства

> метрополитена. Со своей стороны, мы готовы максимально быстро обеспечить связью эти станции, чтобы наши абоненты смогли пользоваться привычными для себя мобильными сервисами.

Запуск сетей на новых станциях после устранения административных барьеров готовы произвести в «Билайне» и МТС.

Что касается загрузки сетей в метро, то наибольшая популярность у мобильного Интернета. Поскольку, по понятным причинам, голосовой связью пользоваться в метро не очень удобно, основная нагрузка падает именно на Интернет. К тому же, время ожидания поезда вне пиковых часов составляет до 11 минут, а сама поездка (от Ботанической до Космонавтов) – в среднем 20 минут.

По статистике, которую предоставили екатеринбургские операторы, основной источник трафика – это всевозможные мессенджеры, социальные сети ВКонтакте, Facebook, Твиттер, а также новостные и развлекательные сайты.

Представитель "МОТИВа":

> В данный момент сети екатеринбургского метрополитена в среднем загружены на 71%, то есть запас на случай массового наплыва пассажиров имеется. Наибольшей популярностью у абонентов в метро пользуются DATA-сервисы. Показатели на некоторых станциях под землей соизмеримы с объемами «наземного» трафика. Голосовыми сервисами в метро пользуются 40% абонентов, в то время как DATA-сервисами - 60%.

"МегаФон":

> Мы видим повышение спроса на услуги доступа во всемирную паутину и стремительный рост интернет-трафика. Начиная с сентября 2013 года объем переданной и принятой информации в метро в нашей сети вырос в 5,5 раз.

При этом многие операторы на 2015 год запланировали модернизацию существующего в метро оборудования. О своих планах на улучшения качества работы связи в подземке объявили в МТС, «Билайне» и «Ростелекоме» (Tele2). А МОТИВ собирается в течение года запустить сеть LTE 1800. В настоящее время полным ходом идёт проектирование.