

Московский подземный интернет

В июле 2013 года в открытом конкурсе на развёртывание сети Wi-Fi в московском метрополитене победила компания [МаксимаТелеком](#). И уже в сентябре беспроводной интернет появился в поездах на Каховской линии. С тех пор работа над подземным интернетом не останавливается ни на день: сеть продолжает расширяться вместе с появлением новых станций, проложенная ранее инфраструктура требует обслуживания, ремонта и замены по модернизации, новый подвижной состав диктует собственные правила по размещению оборудования в вагонах.

Давайте вместе с инженерами и монтажниками компании погрузимся в московские недра и посмотрим, как выглядит техническая изнанка огромного проекта, ежедневно обеспечивающего доступом в глобальную сеть миллионы людей.



Триединая сеть

Сеть Wi-Fi в метро состоит из трех взаимосвязанных сетей:

- сеть в тоннелях;
- радиосеть поезд-тоннель, данные в которой передаются между базовыми станциями в тоннелях и в поездах;
- сеть внутри поезда.

Сеть в тоннелях

Проектирование сети

Все начинается с проектирования сети. За пять лет инженеры МаксимаТелеком обследовали около 400 км тоннелей и 232 станции метро. Разнообразие материалов, геометрии тоннелей и наличие открытых участков пути делают проектирование такой сети сложной задачей. Решением стала разработка уникальной методики радиопланирования беспроводных сетей связи. Она базируется на симуляции (математическом моделировании) канального и системного уровня транспортной радиосети в тоннелях и на открытых участках. И позволила определить оптимальные места размещения базовых станций.



Монтаж базовых станций в тоннелях

Базовая станция - это аппаратный комплекс, который состоит из радиомодуля, антенн, кабельных сборок, шкафов для подвода электрических и оптических кабелей. Базовые станции устанавливаются на специальные металлоконструкции – мачты. Их дизайн также разработан инженерами МаксимаТелеком. Они крепятся к путевой стене тоннеля, не нарушая разрешенные габариты приближения оборудования к пути.

На мачте монтируются два шкафа: один для запаса оптического кабеля, другой – для активного Wi-Fi-оборудования и электрооборудования базовой станции.



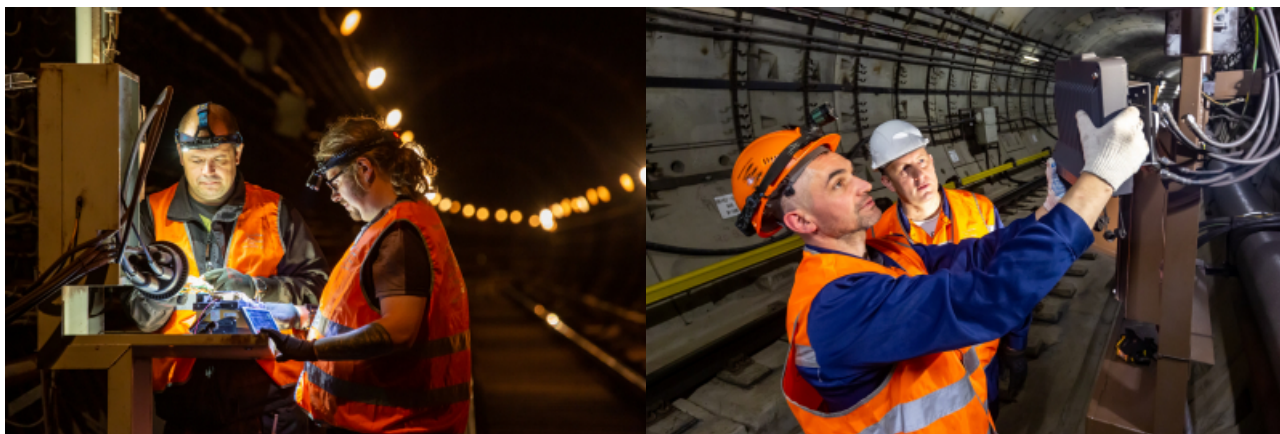
Антенны на базовых станциях в тоннеле через радиоканал позволяют передавать сигнал на базовые станции в поезде. Базовые станции в тоннелях размещаются с интервалами 450-900 м, в зависимости от особенностей путевой инфраструктуры каждой линии метро. Это позволяет поезду двигаться в сплошном радиополе и обеспечивать покрытие сети на всей протяженности линии. В настоящее время в московском метро установлено более тысячи базовых станций.



Каждая базовая станция в тоннеле через оптоволокно подключена к стационарным узлам связи, расположенным в служебных помещениях метрополитена. С этих коммутаторов сигнал передается на уровень агрегации линии. На каждой линии стоит один большой коммутатор. С таких коммутаторов данные передаются на следующий уровень – ядро сети, а оттуда – в дата-центры.

Установка базовых станций проводилась ночью, когда метро закрыто для пассажиров. На оснащение оборудованием одного перегона между двумя станциями метро требовалось около трех недель.





Протяжка оптического кабеля в тоннелях

После установки базовых станций в тоннеле, протягивают оптический и электрический кабели. Вес одного барабана с кабелем составляет более тонны. Для их перевозки используются мотовозы.





Оптический кабель обеспечивает передачу данных с базовых станций к узлам связи и далее - к ядру сети. Электрический кабель подводит электропитание от узлов связи к базовым станциям в тоннеле.



На всех линиях московского метро проложено более 1,4 тыс. км оптического и электрического кабелей. За одну смену монтажники протягивали до трех км кабеля. На уже открытых для движения поездов перегонах, работы велись ночью, во время "технологических окон". На прокладку кабеля отводилось от 20 минут до 2 часов, в зависимости от линии метро и графика работ различных служб Московского метрополитена.

Питание сети

Электроснабжение Wi-Fi-оборудования осуществляется от выделенных вводов электросети метро. На каждой станции в узле связи установлен шкаф с электрооборудованием. В нем находятся электрическое вводно-распределительное устройство и источник бесперебойного питания (ИБП).

К ИБП подключен электрический кабель, от которого питаются базовые станции в тоннеле и оборудование связи на станции.

Радиосеть поезд-тоннель

Сигнал с базовых станций в тоннеле через антенны передается по радиоканалу на мобильные базовые станции в поездах. Для обеспечения непрерывной связи и резервирования, такими станциями оборудованы первый и последний вагоны каждого поезда.



В зависимости от типа подвижного состава, антенны устанавливаются с внешней или внутренней стороны кабины машиниста. Например, на моделях поездов "Номерной" антенны можно увидеть на крышах вагонов. Они похожи на плавники.

Сеть внутри вагонов

Монтаж точек доступа в поездах

МаксимаТелеком разработала проект по установке Wi-Fi-оборудования на все типы подвижного состава, курсирующие на линиях метро. Разные модели подвижного состава имеют свои конструктивные особенности. Для каждой модификации поезда разрабатывалась индивидуальная проектная документация.

При оснащении поездов сетью Wi-Fi соблюдаются особые требования: использование комплектующих из негорючих материалов, работа оборудования от бортовой электросети и его проверка на электромагнитную совместимость с техническим оснащением поезда.



Работу сети Wi-Fi в подвижном составе обеспечивают точки доступа, установленные в каждом вагоне. Точка доступа работает в двух частотных диапазонах - 2,4 и 5 ГГц - и поддерживает все современные стандарты Wi-Fi. Управление сетью Wi-Fi в поезде обеспечивается контроллерами и маршрутизаторами, установленными в головных вагонах. Это позволяет добиться максимального качества покрытия и отказоустойчивости.

В каждом промежуточном вагоне поездов нового типа размещается конструктив с установленными на нем коммутатором, точкой доступа и преобразователем напряжения. Все Wi-Fi-оборудование в поезде соединено витой парой.

Внутри состава протянуты две независимые кабельные линии пропускной способностью от 1 до 10 Гбит/с. Надежное сетевое соединение вагонов между собой обеспечивают специальные промышленные разъемные перемычки. При смене конфигурации поезда никакой дополнительной настройки оборудования не требуется: сеть перенастраивается автоматически.

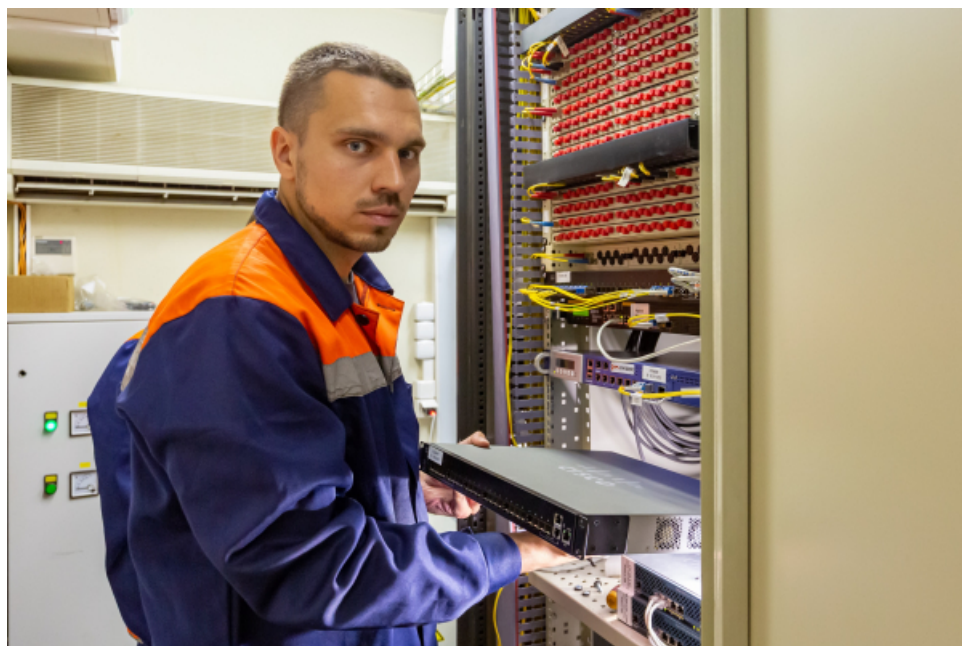


Питание сети Wi-Fi подключено к бортовой электросети вагона и автоматически включается при включении питания поезда. Таким образом, чтобы обеспечить работу Wi-Fi на борту, машинист при приемке состава по регламенту должен лишь включить автомат бортовой сети.

Монтаж и обслуживание Wi-Fi-оборудования в поездах проводятся в депо. Для оснащения одного поезда, бригаде из 10 человек требуется 8 часов. Точками доступа оборудованы более 5,8 тысяч вагонов. В ближайшее время планируется встроиться в производственный цикл завода-производителя вагонов. Инфраструктура Wi-Fi будет устанавливаться непосредственно на заводе, и поезда на линии будут выходить уже с оборудованием Wi-Fi.

Оборудование

Работа сети Wi-Fi и сетевой инфраструктуры в подвижном составе построена на оборудовании Cisco. Для организации канала связи между поездами и базовыми станциями в тоннеле используется оборудование производства компании Radwin. Из российского оборудования используются опоры для базовых станций, кабели, разъемы, источники питания и антенны в поездах.



Тестирование сети

В МаксимаТелеком диагностикой сети Wi-Fi занимается специальный отдел. В подвижном составе регулярно проводятся проверки качества сигнала и скорости доступа при различном уровне загруженности сети. Также проводится проверка процессов идентификации и авторизации при подключении к сети Wi-Fi. Тестирование проводится на всех участках линий с помощью различных моделей смартфонов, планшетов и ноутбуков.

[\[Московский подземный интернет\]](#)

Благодаря регулярному тестированию сети, можно обнаружить сбои подключения, связанные с обновлением операционных систем смартфонов. Информация о них передается в службу технической поддержки для оперативного устранения. Благодаря своевременному тестированию совместимости, воспользоваться бесплатным доступом в интернет можно с помощью любых современных устройств, поддерживающих Wi-Fi.

Стоимость оборудования и монтажных работ

За пять лет работы сети в московском метро, в инфраструктуру было инвестировано более 3 млрд рублей. Из них на старте проекта и до конца 2014 года – 1,8 млрд. Стоимость работ составляла примерно половину этой суммы – 900 млн рублей.

Обслуживание оборудования

Инженеры и сменные механики МаксимаТелеком ежедневно выполняют работы по обслуживанию оборудования Wi-Fi в депо, на станциях и в тоннелях метро.

[\[Московский подземный интернет\]](#)[\[Московский подземный интернет\]](#)

Например, на станциях один раз в полгода проводятся регламентные работы на узлах связи:

проверка разъемов и кабелей, оборудования и кроссов. Постоянно отслеживаются показатели температуры и влажности, заряда батареи в источниках бесперебойного электропитания. В поездах проверяют крепление конструктива, питание сети, проводят диагностику и замену оборудования.

[\[Московский подземный интернет\]](#)

Модернизация сети

Бесплатный Wi-Fi на транспортной инфраструктуре – сервис, который повышает комфортность поездок. Спустя пять лет с момента строительства сети Wi-Fi в московском метро, пришло время для модернизации. В ходе апгрейда сети на каждой линии метро происходит замена базовых станций, коммутаторов и точек доступа в поездах, а также внедрение нового программного обеспечения. Из пассивного оборудования в поездах меняются кабели, источники питания, антенны.

[\[Московский подземный интернет\]](#)[\[Московский подземный интернет\]](#)

Модернизация Wi-Fi-сети, прежде всего, позволит пользователям увеличить пиковые скорости передачи данных в часы наибольшей сетевой нагрузки. Также сократится время задержек при обмене данными. Это повысит скорость загрузки видео и веб-серфинга.

После модернизации аппаратный потенциал сети будет существенно выше, чем ее фактическая пропускная способность. Внедряемое оборудование сможет обеспечить в среднем полосу порядка 230 Мбит/с на поезд.

Возможности сети

Средняя скорость доступа в интернет на подвижном составе составляет 90 Мбит/с. Благодаря сети MT_FREE, пассажиры могут смотреть видео в высоком разрешении, слушать музыку, общаться в соцсетях, искать в интернете необходимую информацию. Сервис предоставляется пассажирам бесплатно и без лимита по объему интернет-трафика, и окупается за счет рекламной модели. Часть прибыли компании приносит использование пользователями услуги "Как дома", которая позволяет подключаться к Wi-Fi в метро без рекламы и авторизации. Стоит отметить, что проект сети Wi-Fi в московском метро реализован без привлечения бюджетного финансирования.

Ежедневно через сеть передается свыше 150 ТБ трафика.

Вместо эпилога

Технологии не стоят на месте, а 5-6 лет для телекома – весьма приличный срок. И, несмотря на впечатляющие возможности существующего подземного Wi-Fi, в прошлом году МаксимаТелеком приступила к масштабной модернизации сети в московском метро.

[\[Московский подземный интернет\]](#)[\[Московский подземный интернет\]](#)[\[Московский подземный интернет\]](#)[\[Московский подземный интернет\]](#)

[\[Московский подземный интернет\]](#)

Автор фотографий Александр Попов.