

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО  
СОСТАВА ПОЕЗДОВ НАДЗЕМНОГО ЭСТАКАДНОГО  
МЕТРОПОЛИТЕНА**

**Халиков Содикжон Салихджанович**

*доцент Ташкентского государственного транспортного университета,  
кандидат технических наук (Ташкент, Узбекистан)*

**Халиков Сарвар Салихджанович**

*ассистент Ташкентского государственного транспортного университета  
(Ташкент, Узбекистан)*

**Хайдаров Аббос Таджимурадович**

*студент группы RQ-6 Ташкентского государственного транспортного  
университета (Ташкент, Узбекистан)*

При установке и проектировании беспроводной сети на линиях наземного метрополитена необходимо учитывать габариты конструкции самого эстакада. Поскольку устройства беспроводной сети могут мешать движению поездов. Во второй главе в качестве выбранного оборудования от компании Cisco для точки доступа установлены трансивер Cisco FM3500 Endo и его антенна. В составе поезда установлены бортовой радиопередатчик и приёмник Cisco FM4500 MOBI, а также его антенна на внешней части (рис.1). Оборудование для точки доступа устанавливается на специальный кронштейн. Кронштейн монтируется снаружи от габаритов эстакада.

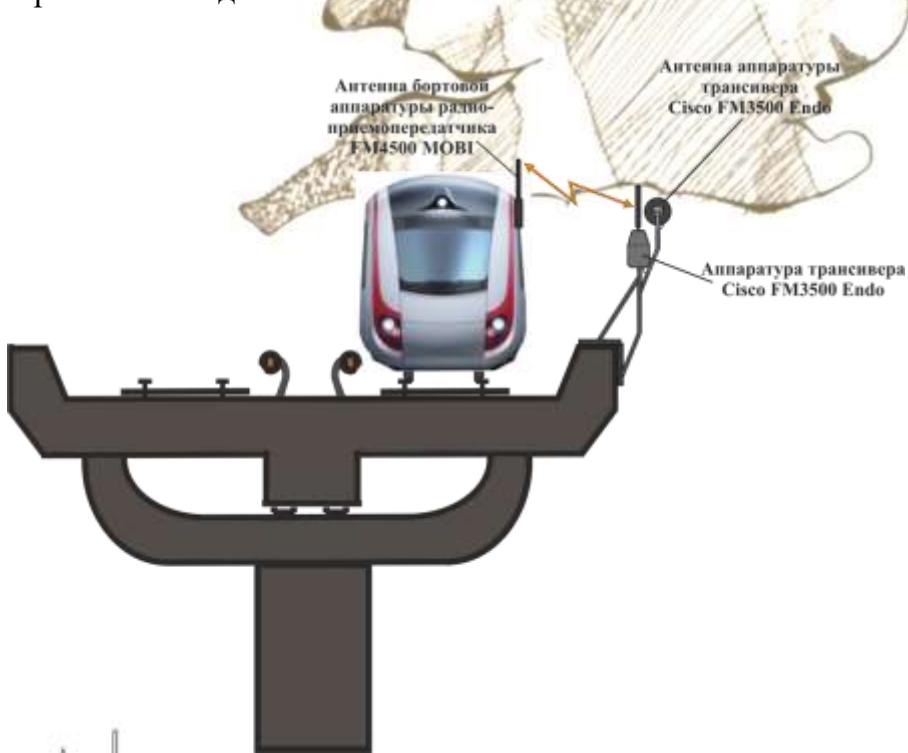


Рис.1. Вид установленных аппаратных средств беспроводной сети поездов наземного метрополитена

На рис.2 показан порядок подключения оборудования точки доступа к местной электрической сети или к электросети метрополитена. Антенны точек доступа должны быть направлены друг на друга, и этот порядок позволяет трансиверам формировать радиорелейные сети для передачи сигналов.

Одним из основных недостатков беспроводных сетей является образование зон без покрытия из-за влияния одной несущей частоты. Трансиверы Cisco FM3500 Endo, используемые в точках доступа, создают 4 канала в соответствии с параметрами, указанными во второй главе. Из этих каналов два предназначены для сетей на частоте 2,4 ГГц и два для сетей на частоте 5 ГГц. Поэтому оборудование точек доступа можно настраивать таким образом, чтобы первая зона работала на частоте 2,4 ГГц, а вторая зона – на частоте 5 ГГц, что позволяет устраниить зоны без покрытия. Оставшиеся два канала предназначены для составов метрополитена, движущихся на соседних участках. Радиус покрытия беспроводной сети составляет 1 км.

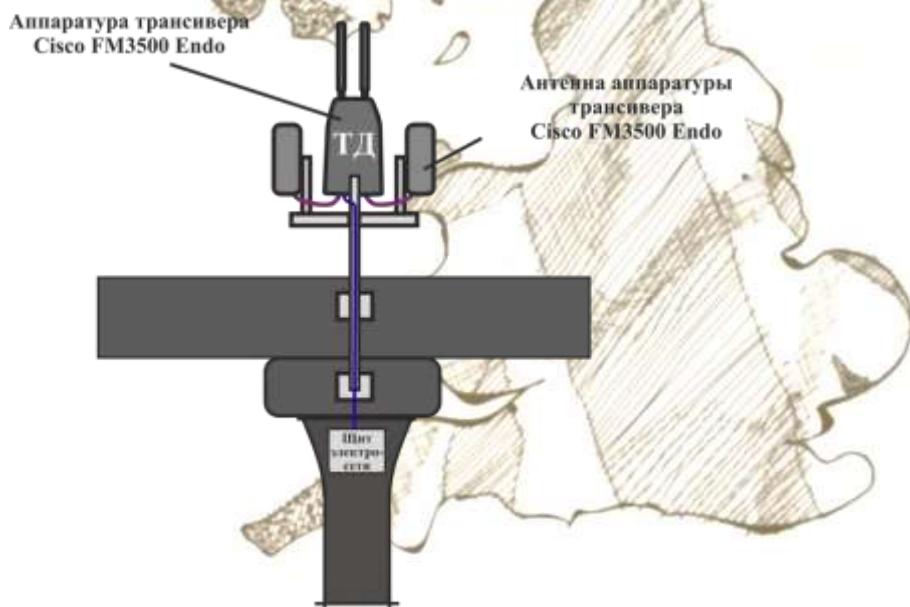


Рис. 2. Порядок установки и закрепленные аппаратные средства к точку доступа

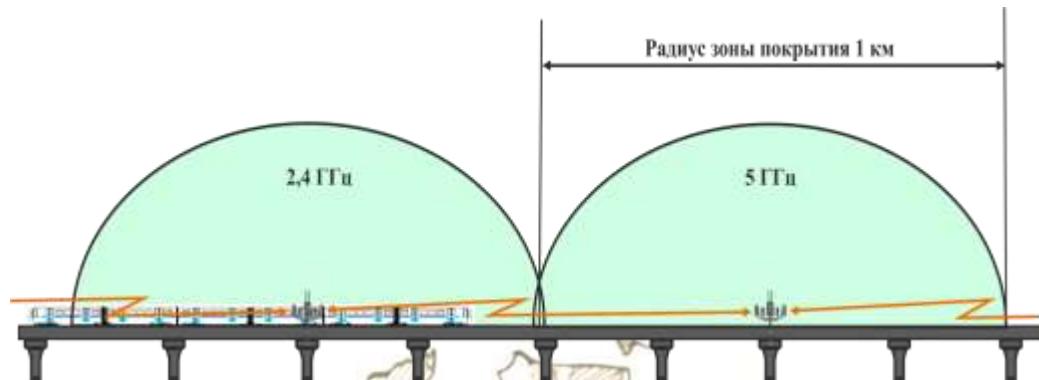


Рис.3. Способ устранения зон без покрытия между двумя устройствами точки доступа

Промышленные беспроводные технологии Cisco обладают функциями саморегулирования и запоминания благодаря широкой полосе пропускания для передачи данных в городских беспроводных сетях.

Беспроводная связь между вагонами поездов метрополитена осуществляется с помощью мостов беспроводной локальной сети WLAN (wireless local area network) (рис. 3.4) с использованием технологий 802.11b/g/n (2.4 GHz) или 802.11a/n (5.5GHz). Антенны, используемые для этой цели, представляют собой направленные антенны, создающие внутреннее покрытие сигналом в вагоне.

Оптоволоконные сети связи, расположенные параллельно с участками метрополитена, могут создать наилучшие условия для подключения к интернету и внутренним корпоративным сетям. Техническое решение этого вопроса представлено на рис. 3.8. Оптические распределители вдоль оптоволоконной магистрали для высокоскоростной передачи данных подключаются к оптическим розеткам через специально выделенные каналы. Беспроводные сети подключаются к устройствам точек доступа, построенным на топологии «точка-многоточка». Первый головной вагон подвижного состава оснащен интернет-сервером поезда, а последний вагон — вспомогательными серверными устройствами. Сервер поезда на основе установленного программного обеспечения связывает WLAN мосты между собой и контролирует объем трафика и подключенных абонентов.

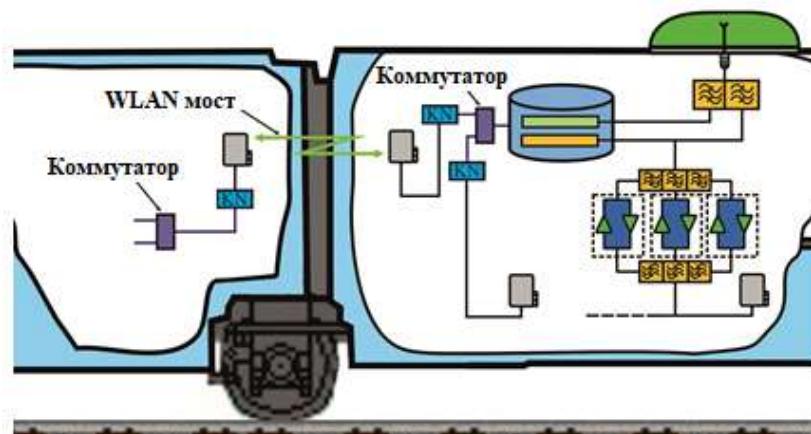


Рис.4. Схема соединения внутренней беспроводной сети вагонов поезда через WLAN мосты

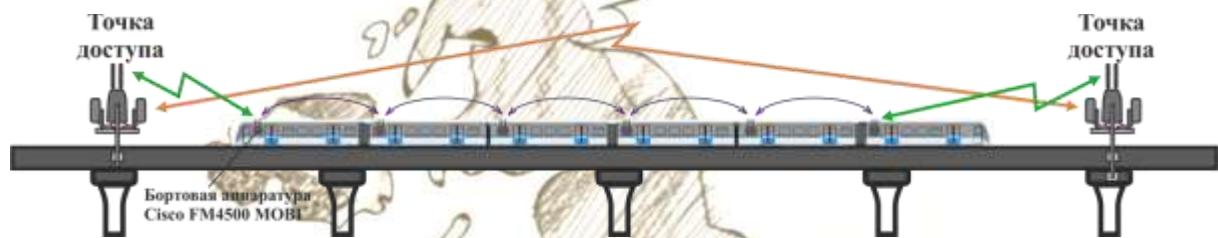


Рис.5. Схема организации беспроводной связи для подвижных составов через системы беспроводных сетей

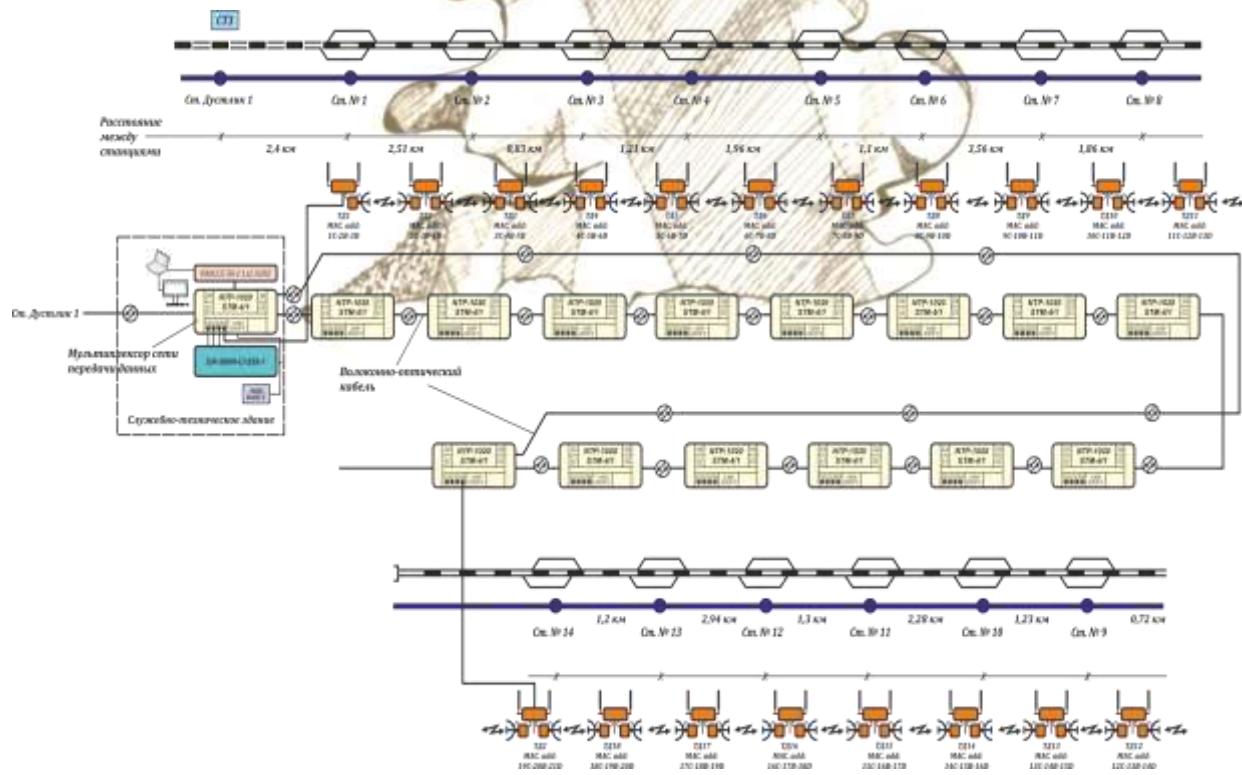


Рис. 3.6. Схема организации беспроводной сети для подвижного состава поездов для наземного метролитена



Схема организации беспроводной сети для подвижного состава поездов для наземного метролитена представлена на рис.6. В данном схеме установлена беспроводной сеть с распознаванием точки доступа с помощью MAC-адресов.

Существующие аппараты цифровой связи метрополитена находятся в служебно-техническом здании. Стандартный аппарат связи имеет мультиплексоры STM-4/1 типа NTP-1020. Мультиплексор цифровой телекоммуникационной платформы DX-500-Cr250-1 подключен к станции и используется для организации цифровой телефонной связи ОТС и ОбТС для персонала метрополитена. Каждая станция имеет свою собственную мультиплексорную систему, которая подключается по оптическим телекоммуникационным кабелям.

Беспроводной сеть начинается с подключением к мультиплексору через UTP кабель. Каждая точка доступа передает данные между собой через трансиверы в порядке ретрансляции. При установке программного обеспечения, ориентированного на зону, находящуюся в составе метрополитенских составов, каждая точка доступа коммутируется через программное обеспечение.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cisco Systems, Inc. Cisco Wireless Solutions for Industrial Networks. Cisco White Paper, 2022. <https://www.cisco.com>
2. Гусев, А.А., Бакулов, С.А. Беспроводные сети: стандарты, технологии, безопасность. – М.: Горячая линия-Телеком, 2021. – 352 с.
3. Котляров, И.П. Проектирование сетей беспроводной связи для транспорта. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 288 с.
4. IEEE 802.11 Standards Association. IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems –Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE, 2021.
5. Cisco Industrial Wireless 3700 Series Access Points Data Sheet. Cisco Systems, Inc., 2022.
6. Савельев, А.В., Гришин, П.А. Промышленные беспроводные сети. Проектирование, внедрение и эксплуатация. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 296 с.
7. Barken, S. Wireless Networking: Understanding Internetworking Challenges. – Wiley Publishing, 2021. – 432 p.
8. Cisco Industrial Wireless Deployment Guide. Cisco Public Documentation, 2023.
9. Мельников, С.М. Оптоволоконные линии связи и системы передачи данных. – М.: Эко-Трендз, 2019. – 380 с.

