

# Надземная пассажирская транспортная система «Стрела»



**И. В. Филяев,**  
руководитель проекта  
Департамента  
инновационных  
транспортных систем  
Русского технического  
общества

В современных мегаполисах с хаотичной перегруженной инфраструктурой удачным решением транспортных проблем становятся линии надземного транспорта. В статье рассказывается о реализации первого российского проекта «воздушного метро» – пилотной транспортной системы «Стрела».

Сегодня одна из главных урбанистических проблем во всем мире – дисбаланс спроса и предложения в сфере транспорта. С увеличением мегаполисов объемы движения приближаются к пределам пропускной способности магистралей, а в часы пик не укладываются в существующие рамки. Задача решается двумя путями: экстенсивным и интенсивным.

Довольно долго единственным подходом был экстенсивный путь, т. е. расширение существующей инфраструктуры. Но с развитием науки и с появлением новых видов транспорта возникают и новые решения.

Как известно, инновации поощряют инновации. Реализация концепции «умный город» невозможна без релевантных решений всех вопросов, в том числе относительно инфраструктуры. Триггером для безотлагательного внедрения нового типа транспорта стало строительство подмосковного микрорайона «Ильинское – Усово». Оптимальным вариантом подключения района к московской транспортной системе признана надземная пассажирская транспортная система «Стрела», которая пока не реализована в России, но скоро станет повседневной реальностью для тысяч людей. Система основана на немецкой технологии H-Bahn, известной как «воздушное метро». В названии отражен принцип действия – подвешенная к путевой конструкции кабина с пассажирами без машиниста движется на высоте нескольких метров над землей.

Путь системы «Стрела» пройдет по территории микрорайона площадью 215 га, затем вдоль Новорижского шоссе и в районе 22-го километра шоссе выйдет к транспортно-пересадочному узлу. Протяженность указанного участка превышает восемь километров. Остановочные пункты конструируются на территории микрорайона и рядом с крупными инфраструктурными объектами вдоль магистрали.

Пока только четыре города в мире – в технологически лидирующих Германии и Японии – используют такой транспорт. В России разработку ведет группа компаний «Мортон» в партнерстве с Русским техническим обществом при участии Московского физико-технического института (МФТИ).

Первый проект надземной транспортной системы был разработан компанией Siemens в 1980-х годах и назывался Slemens People Mover (SIPEM). Надземные электрички наиболее эффективны там, где развиваются города, застраиваются пригороды, создаются города-спутники, расширяются аэропорты. Сейчас в Германии эксплуатируются две системы такого типа: одна в университете Дортмунда, другая в международном аэропорту Дюссельдорфа. В Дортмунде H-Bahn представляет собой разветвленный надземный транспортный путь между пятью станциями, по которому передвигаются одиночные пассажирские вагоны. Транспортная система соединяет два студенческих городка, Дортмундский университет, Технологический центр, жилой район



Eichlinghofen и вокзал скоростного железнодорожного транспорта.

В Дюссельдорфе транспортная система H-Bahn, называемая SkyTrain, соединяет железнодорожный вокзал Федеральной железнодорожной компании Германии с пассажирским терминалом Международного аэропорта. В отличие от дортмундской транспортной системы в SkyTrain используются составы из сдвоенных вагонов, подвешенных к тельякам, которые движутся внутри путевой балки. Сегодня компания H-Bahn полностью принадлежит Федеральному образованию Северная Вестфалия и г. Дортмунд, ее владелец – муниципальная группа компаний DSW21. Система SkyTrain, занимающая немного места на переполненных улицах, легко интегрируется в плотную городскую застройку.

Нельзя не сказать о преимуществах системы:

- высокая скорость, комфорт и дешевизна проезда;
- адаптируемый в зависимости от текущего пассажиропотока график движения, полная автоматизация управления движением;
- отсутствие пересечений с наземным транспортом;
- минимальное влияние погоды на путевые конструкции;
- эффективное использование земли;
- отсутствие вредных выбросов в атмосферу, низкий уровень шума;
- низкие затраты на вынос коммуникаций при ведении строительных работ, высокие темпы строительства.

Первой надземной транспортной системой такого типа в России станет вариант «Стрела», поэтому к Русскому техническому обществу, занятому разработкой проекта, предъявлялись особые требования. На основе изучения тридцатилетнего опыта эксплуатации воздушных веток в Германии и Японии необходимо было найти собственные решения с учетом российского климата и нормативной базы. Для этого Русское техническое общество в Санкт-Петербурге создало конструкторское бюро, в Инновационном центре «Сколково» и в МФТИ разместились группы разработчиков автоматики, диспетчеризации и систем безопасности. Вся несущая система была разработана в московском проектно-институте «Мориссот», специализирующемся на проектировании сложных мостовых конструкций.

К эстакаде и опорам предъявлялись



SkyTrain, транспортная система H-Bahn (Дюссельдорф)

те же требования, что и к мостовым структурам. Так, свайный фундамент должен быть надежным, износостойким, соответствовать почве, выдерживать большой температурный диапазон. Эти требования были выполнены «с запасом». Опоры рассчитаны на 100 лет эксплуатации, пролеты – на 60 лет. В летние дни конструкция сможет выдерживать до 50 градусов тепла, зимой – сверхсильные заморозки. Но особенным достижением проектировщиков стала новая технология, позволяющая соблюдать точность крепления балок до миллиметра.

«У нас получается действительно передовая транспортная система, способная обеспечить максимальную пропускную способность 10 тысяч пассажиров в час в одном направлении, – заявляет Юрий Васильев, вице-президент ГК «Мортон» по международным отношениям и инновациям, руководитель Русского технического общества, – и это подтверждается большим интересом зарубежных заказчиков – как частных девелоперов новых территорий, так и муниципальных государственных организаций. Наша задача – пройти роботизированным вместительным и комфортабельным общественным транспортом наверху над пробками в городской черте и в пригороде. В режиме «24/365», в любую погоду. Но при этом надо нести расходы на выкуп земли, перенос коммуникаций, строительство несущих конструкций и станций, новый

транспорт должен быть окупаемым на стадии эксплуатации от продажи билетов по принятым в городе тарифам. Чтобы обеспечить пешую доступность пассажирам, станции строят на расстоянии 750–1500 м, и главными факторами в системе становятся не максимальная скорость, а параметры ускорения и торможения, скорость прохождения многочисленных поворотов и отсутствие пересечений с другими видами транспорта».

Юрий Васильев особенно выделяет тщательный подход к выбору партнеров и поставщиков, к проработке всех автоматизированных систем. «Наша система на 95% – разработки Русского технического общества и партнеров и лишь на 5% – адаптированные нами решения из Германии, Швейцарии и США. Когда проект заработает и покажет себя на первом километре в Ильинском – Усово, мы сможем тиражировать аналогичные системы по всей стране, а также за рубежом».

В перегруженной инфраструктуре московского региона с его высокой плотностью застройки, сложностью дорожных сетей и дорогой землей система «Стрела» кажется самым выгодным решением для развития. Но при реализации проекта возникли серьезные проблемы. В России нет опыта проектирования и строительства транспорта по технологии H-Bahn, как нет и соответствующей нормативной базы, научно обоснованных проектов и исследований

эффективности применения технологии в условиях Москвы и Подмосквья.

В принятии правильных решений помог огромный опыт проектирования, строительства и эксплуатации отечественного железнодорожного транспорта и метрополитена как ближайшего технологического родственника Н-Bahn. Именно этот опыт послужил базой для необходимых исследований. Однако пилотная транспортная система имеет ряд важных отличительных особенностей, отраженных в общих технических требованиях на систему управления. Так, в отличие от метрополитена и железной дороги, система «Стрела» требует более гибкого путевого развития с меньшими радиусами в плане и в профиле. Другое важное различие – управление подвижным составом, которое осуществляется без машиниста, с помощью системы автоведения и высокоточного позиционирования, а минимальный интервал движения поездов ограничен всего одной-тремя минутами. Отметим, что каждый вагон имеет собственную электрическую тягу и есть возможность образовать мини-поезд из двух-четырех вагонов.

Из-за этих особенностей разработка системы автоматического управления осложнилась большим количеством специальных исследований и испытаний. В МФТИ занялись математическим моделированием с применением последних вычислительных технологий. Много ресурсов было затрачено на макетирование, исследования в лабораторных условиях и испытания на экспериментальных участках. Разработка программ и методик проведения испытаний стала отдельной задачей. В результате система автоматического управления движением будет иметь трехуровневую структуру с тремя выделенными подси-

стемами: диспетчерского управления, а также управления подвижным составом и напольной инфраструктурой.

Таким образом, одной из ключевых задач прикладных научных исследований и экспериментальных работ над системой «Стрела» стала разработка комплекса математических имитационных моделей подсистем, макетов отдельных составных частей и вычислительно-моделирующих стендов с последующим компьютерным моделированием, в том числе в реальном времени.

На базе высокопроизводительного вычислительного комплекса были созданы специальные вычислительно-моделирующие стенды для проведения исследований с использованием математических моделей и макетов в лабораторных условиях. Это вычислительно-моделирующий и испытательный стенд диспетчерского управления транспортной системой, предназначенный для проведения полунатурного моделирования и исследовательских испытаний моделей и макетов в лабораторных условиях. Это и стенд, состоящий из вычислительного комплекса, математических имитационных моделей системы диспетчерского управления и макета пункта диспетчерского управления. Он помог имитировать разные режимы работы систем (ввода/вывода информации, передачи данных, связи и ручного управления) и позволил оценить надежность, эффективность и быстродействие новых технических решений. Программно-аппаратная платформа стенда, созданная инженерами Русского технического общества при участии сотрудников МФТИ, содержит в своем составе высокопроизводительный кластер Intel-RСК 83 ТФЛОПС, серверы и облачную инфраструктуру IBM, рабочие станции Dell,

средства видеоизображения Samsung и другое периферийное оборудование, базовое системное программное обеспечение IBM, Autodesk, Oracle.

Другой важной задачей стало создание нескольких прототипов основных составных частей подсистем автоматического управления. Первый из них – макет пункта диспетчерского управления – был предназначен для полунатурного компьютерного моделирования: исследовательских испытаний моделей и проверки технических решений на стенде в лабораторных условиях, а также для натурных испытаний на экспериментальном участке. С помощью макета были проведены исследования технических характеристик диспетчерского управления движением и разработки системы диспетчерского управления. Макет состоял из автоматизированного рабочего места диспетчера, который контролировал движение поездов в автоматическом режиме и переводил управление в ручной режим при возникновении нестандартных ситуаций, видеопанели, транслирующей изображение с видеокamer на станциях, и аппаратуры двухсторонней связи диспетчера с подвижным составом и станциями.

Вторым прототипом стал макет блока управления электроприводами вагона. На нем были проведены как лабораторные испытания моделей и проверки технических решений на стенде, так и испытания на экспериментальном участке. Цель создания этого макета – исследовать технические характеристики управления электроприводами и разработать систему управления подвижным составом. Макет системы управления электроприводами подвижного состава состоит из блока управления разгоном, блока управления торможением и блока управления рекуперацией электроэнергии. Этот макет нашел аппаратную реализацию в виде 19-дюймового шкафа аппаратуры.

Третий созданный макет – прототип специального программного обеспечения (ПО) управления стрелочными механизмами. Его программное обеспечение было разработано на базе открытого ПО UNIX-подобных операционных систем с использованием SWITCH-технологии и стало основой моделирования и испытания напольной инфраструктуры.

Сейчас в реализации проекта началась фаза активных испытаний на экспериментальном участке, построенном ГК «Мор-



Диспетчерский пульт системы «Стрела»



тон» в июне текущего года. Протяженность этого участка пути, который готов стать частью будущей транспортной системы, – около одного километра. Согласно результатам исследований на моделях и испытаний макетов на экспериментальном участке сейчас готовы технические предложения для использования при проектировании и строительстве системы автоматического управления пилотной транспортной системы «Стрела».

Проектом предусмотрено, что на каждой станции системы «Стрела» будет не более двух человек персонала. Стоимость проезда на воздушном метро не превысит среднемосковской цены на пользование общественным транспортом. «У нас частные деньги, и быть эффективными нас заставляет сама жизнь. Иногда нужно начинать реализовывать проект в частной логике, чтобы потом, если повезет, к нему подключилось государство. С системой „Стрела“ мы эту стадию прошли. Получилось хорошее решение не только по экономике, но и по технике, способное конкурировать с предложениями крупных корпораций, которые занимаются этим десятилетиями, – подчеркивает Юрий Васильев. –



Экстерьер вагонов системы «Стрела» (трехмерный макет)

К нашей разработке есть неподдельный интерес как в российских регионах, так и за рубежом».

Система «Стрела» нашла отклик, который стимулировал не только свежее и продуманное применение технологии, но и редкую скорость совместной работы ученых, инженеров, строителей и программистов. Временной промежуток от строительства тестового участка и начала испытаний первого вагона до сооружения инфраструктурных объектов и пуска пассажирского состава на линию бросает вызов своей краткостью. Найденные и «обкатанные» инноваци-

онные разработки электроснабжения, станционных комплексов и систем управления движением позволят производить высокотехнологичный продукт, который будет значительно эффективнее всех известных аналогов. ■

#### Литература

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/H-Bahn>.
2. <http://www.h-bahn.info/en/index.php>.
3. <http://www.monorails.org/tMspages/TPSiem.html>.
4. Теег Г., Власенко С. Системы автоматизации и телемеханики на железных дорогах мира. М.: Интекст, 2012.

В рамках проекта Партии «ЕДИНАЯ РОССИЯ»  
«Санкт-Петербург – морская столица России»




## IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ «ТРАНСПОРТНО-ТРАНЗИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ»

**Crowne Plaza St. Petersburg Airport**  
Россия, г. Санкт-Петербург,  
ул. Стартовая, 6А

**21-22 сентября 2016**

Государственная политика и нормативно-правовое регулирование транспортной отрасли

Взаимодействие со странами Востока и Запада в новых условиях

Развитие транспортной инфраструктуры России: инвестиционная привлекательность  
и механизмы ГЧП

Оператор  
форума



тел. +7 (812) 327-93-70  
[www.confspb.ru](http://www.confspb.ru)

При  
поддержке



