

RUBIN — проект автоматизации метрополитена Нюрнберга

Продолжается подготовка к вводу в эксплуатацию первого в Германии автоматизированного метрополитена в Нюрнберге, владельцем которого является компания VAG — оператор общественного транспорта города. На первом этапе новая автоматическая линия будет частично использовать инфраструктуру уже существующей линии U2. До конца 2007 г. вся линия U2 также начнет работать в автоматическом режиме.

Автоматизированные метрополитены существуют уже более 20 лет. Впервые они появились в 1980-е годы в Ванкувере (Канада), Детройте (США), Лилле (Франция) и Осаке (Япония). В 1990-е годы к ним присоединились метрополитены с высокой пропускной способностью в Лионе (Франция), Токио и Куала-Лумпуре, где автоматический режим был реализован на новых линиях. Эти транспортные системы отличаются более высокой скоростью движения, гибкостью и экономичностью.

Проект в Нюрнберге станет новым шагом в развитии автоматизированных метрополитенов, поскольку здесь ставится задача не только построить полностью автоматизированную линию, но и разработать концепцию смешанной эксплуатации обычных поездов и поездов, работающих в автоматическом режиме. Это позволит реализовывать проекты перехода к автоматическому режиму традиционных линий метрополитена и в других городах. Метрополитен Нюрнберга предусмотрено автоматизировать в два этапа (рис. 1):

- этап 1 — ввод в эксплуатацию новой линии U3, которая будет работать в автоматическом режиме, используя в центральной части города участки традиционной линии U2;

- этап 2 — перевод линии U2 на работу в автоматическом режиме на всем протяжении;
- этап 3 — продление автоматизированной линии U3.

Проект RUBIN на метрополитене Нюрнберга

В настоящее время метрополитен Нюрнберга состоит из двух линий общей протяженностью 32 км с 40 станциями. Средняя скорость движения составляет 32 км/ч, максимальная — 80 км/ч. Объем перевозок превышает 300 тыс. пассажиров ежедневно. Длина новой линии U3 с 10 станциями превысит 8 км.

Проект создания автоматического метрополитена в Нюрнберге (RUBIN) реализуется компанией VAG совместно с администрацией города и компанией Siemens Transportations Systems с 2001 г. Ранее исследовательский проект SMARAGT подтвердил технические, общественно-политические и экономические возможности смешанной эксплуатации линии метрополитена в автоматическом и традиционном режимах. Разработанные концепции эксплуатации, автоматического управления, спасения в экстренных ситуациях, показатели безопасности пассажиров, безопасности эксплуатационного

процесса и эксплуатационной готовности соответствуют параметрам, заложенным в государственные нормативные документы, а также рекомендациям Союза германских транспортных предприятий (VDV) в отношении безопасности на станциях и остановочных пунктах.

Автоматизированный метрополитен

Автоматический режим эксплуатации позволяет регулировать число поездов на линии в зависимости от спроса на перевозки. Так, при введении автоматического режима в периоды большого пассажиропотока на участке Ратенау — Ротенбургер-Штрассе линии U2 интервал между поездами будет сокращен до 100 с (рис. 2), что позволит сократить время ожидания поездов и увеличить объем перевозок. Автоматизированный метрополитен позволяет обходиться меньшим числом поездов, поскольку сокращается время оборота на конечных станциях и отсутствие кабин управления увеличивает пассажироместимость вагонов. Уровень безопасности автоматизированного метрополитена, как минимум, не уступает традиционным системам. Все поезда управляются из единого центра и при необходимости могут быть немедленно остановлены. Высокочувствительные электронные системы регистрируют лиц, пытающихся проникнуть в тоннели или находящихся на путях, и останавливают приближающийся поезд.

Новая линия U3

Линия U3 состоит из северного и южного участков. Северный участок длиной 3,4 км с пятью станциями пройдет от станции Ратенауплац до Нордвестринга. Первая станция Максфельд на этом участке будет открыта в 2006 г., еще две — предположительно в 2009 г. На юж-

ном участке длиной 4,7 км также будет построено пять новых станций, две из них (Зюндербюль и Густав-Адольф-Штрассе) будут сооружены в 2006 г. Северный и южный участки линии U3 будут соединены друг с другом общим участком Ратенауплац — Ротенбургер-Штрассе существующей линии U2. Его длина составляет 3,5 км.

Одно из достоинств проекта автоматизации состоит в том, что после строительства на первом этапе трех новых станций на линии U3 будет работать участок общей протяженностью 6,1 км с девятью станциями. Пассажирам с самого начала будет предложен привлекательный маршрут, который в целом благотворно повлияет на транспортную обстановку в городе. По предварительным планам, в 2012 г., после третьего этапа строительства, длина линии U3 возрастет до 11,6 км, а число станций увеличится до 16. Реальность этих планов зависит от финансовых возможностей города и дальнейшего развития его юго-западных районов, где пока темпы застройки отстают от намеченных. В дальнейшем возможно строительство при участии земельного округа Фурт нового участка линии U3 за пределы Нюрнберга.

Благоприятные условия для автоматизации

В последние годы в Нюрнберге сложились благоприятные условия для внедрения автоматизированного метрополитена:

- ведется строительство третьей линии метрополитена, что позволяет сразу предусмотреть ее оборудование для работы в автоматическом режиме. Это дает существенные преимущества, поскольку транспортные маршруты в центре города в периоды пиковой загрузки работают на пределе возможностей.
- наличие общего участка линий U2 и U3 во всех случаях требует

Этап 1



Этап 2



Этап 3



Рис. 1. Этапы реализации проекта RUBIN на метрополитене Нюрнберга

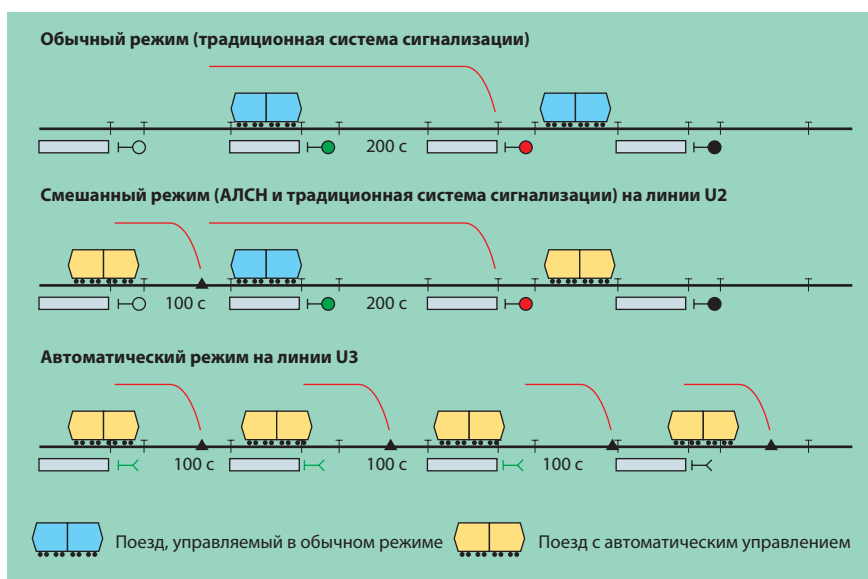


Рис. 2. Межпоездной интервал при разных режимах эксплуатации

внедрения средств автоматизации в какой-либо форме;

- независимо от проекта линии U3 компания VAG должна приобрести в ближайшие годы новые поезда, поскольку осуществляется продление линии U1 до Фурта (в декабре 2004 г. там была открыта очередная новая станция) и парк поездов линии U1, находящихся в эксплуатации с 1972 г., нуждается в обновлении.

Финансирование

Финансирование проекта RUBIN, стоимость первого этапа строительства которого составляет 315 млн. евро, распределено прежде всего между федеральными властями Германии, Баварией, городом Нюрнбергом и компанией VAG. Стоимость строительства тоннельных участков и станций Максфельд, Зюндерсбюль и Густав-Адольф-

Штрассе составляет 115 млн. евро, причем 85 % берут на себя федеральные и земельные власти. На автоматизацию участка линии U3 между станциями Максфельд и Густав-Адольф-Штрассе, включая модернизацию общего участка линии U2, потребуется 90 млн. евро, доля участия в этих расходах федеральных и земельных властей составляет 87,5 %. При этом проектирование выполнено за счет городских властей и VAG.

На приобретение 30 новых поездов метрополитена серии DT3 (рис. 3) необходимо 115 млн. евро (земельные власти взяли на себя 50 % этих расходов). Оставшиеся расходы на оборудование линии U3 средствами автоматизации несут городские власти, а затраты на оборудование поездов — компания VAG.

Если новая линия U3 будет построена согласно первоначальному плану, то стоимость автоматизации составит 110 млн. евро, еще 140 млн. евро потребуется на приобретение в общей сложности 37 поездов и 360 млн. евро уйдет на финансирование строительства перегонов и станций.

Экономическая эффективность

При более высокой начальной стоимости автоматизированный метрополитен требует меньших эксплуатационных расходов по сравнению с традиционной технологией, когда поездами управляют машинисты:

- автоматическое управление поездами позволяет сократить расход энергии на тягу благодаря оптимизации режимов разгона, движения и торможения;
- время оборота поездов существенно сокращается, а использование поездов можно с меньшими затратами адаптировать к текущему спросу на перевозки;
- для эксплуатации линии U3 не требуется набирать новый штат машинистов, соответственно уменьшаются расходы на персонал.



Рис. 3. Двухвагонная секция серии DT3 (фото: VAG)

При переводе линии U2 на автоматический режим часть высвободившихся машинистов перекалифицируют в обслуживающий персонал, который станет оказывать помощь пассажирам. Это будет способствовать повышению у пассажиров субъективного ощущения безопасности. Сотрудники новой службы, прошедшие соответствующую подготовку, будут также участвовать в устранении нарушений на месте и при необходимости смогут управлять поездами с резервных пультов. При тех же размерах движения ожидается сокращение персонала в сфере тяги и обслуживания пассажиров на 39% и в сфере управления движением на 16%.

Двухвагонные секции серии DT3

Для автоматизированного метрополитена закупаются двухвагонные секции серии DT3 длиной 38,36 м и шириной 2,9 м (рис. 4). Они рассчитаны на 322 пассажира (82 места для сидения, включая 12 откидных, и 240 стоячих мест из расчета 4 чел./м²). В отсутствие кабины управления пассажиры могут наблюдать за линией через лобовое стекло в голове и хвосте поезда. На станциях предусмотрены автоматически выдвигаемые rampy для перекрытия зазора между платформой и дверями поезда. Инфракрасный датчик в резиновом профиле окантовки двери регистрирует любое нажатие. Перед отправлением поезда при помощи таких датчиков проверяется отсутствие посторонних предметов между дверями. Все пространство салонов вагонов контролируется видеокамерами для профилактики вандализма.

Все оси вагонов секции обмотены, мощность каждого из восьми тяговых двигателей составляет 140 кВт. Питание (750 В постоянного тока) осуществляется через третий рельс, выполненный из алюминиевого сплава. В отличие от

традиционного стального третьего рельса он обеспечивает меньшие потери и более высокое значение возврата тока при торможении поезда.

Максимальная скорость движения поездов составляет 80 км/ч при максимальных ускорении 1,3 м/с² и замедлении 1,4 м/с². Перед отправлением поезда со станции бортовая система автоматического управления рассчитывает энергосберегающую кривую скорости. При этом используется резерв времени, возникающий, в частности, вследствие разных расстояний между станциями.

Бортовой компьютер, реализующий функции управления движением поезда и обеспечения его безопасности, обрабатывает данные, поступающие в него от стационарного компьютера через уложенный в пути индуктивный шлейф, и информацию от бортовых датчиков измерения пройденного пути и синхронизации параметров местоположения поезда. Результаты вычислений позволяют точно останавливаться на станциях и необходимы для реализации режимов экономии энергии или оптимизации движения по времени. При помощи резервного пульта возможно управление поездом по показа-

ниям локомотивной сигнализации, что может потребоваться при преследовании мест проведения путевых работ или направлении поездов в депо по неавтоматизированной линии U1.

Автоматический режим

Для управления работой метрополитена в автоматическом режиме используются многочисленные компьютеры, установленные на поездах, вдоль линий, на постах микропроцессорной (МПЦ) и релейной централизации и в диспетчерском центре (рис. 5). Компьютеры, выполняющие задачи, связанные с обеспечением безопасности, построены по схеме «2 из 3». Управление всеми процессами, такими, как отправление поездов, их ускорение и замедление, открывание и закрытие дверей, осуществляется автоматически. Все поезда и станции непрерывно контролируются. Работники диспетчерского центра VAG получают информацию обо всех процессах на метрополитене и при необходимости могут в них вмешиваться.

Повышению безопасности пассажиров метрополитена способ-



Рис. 4. Салон поезда серии DT3 (фото: VAG)

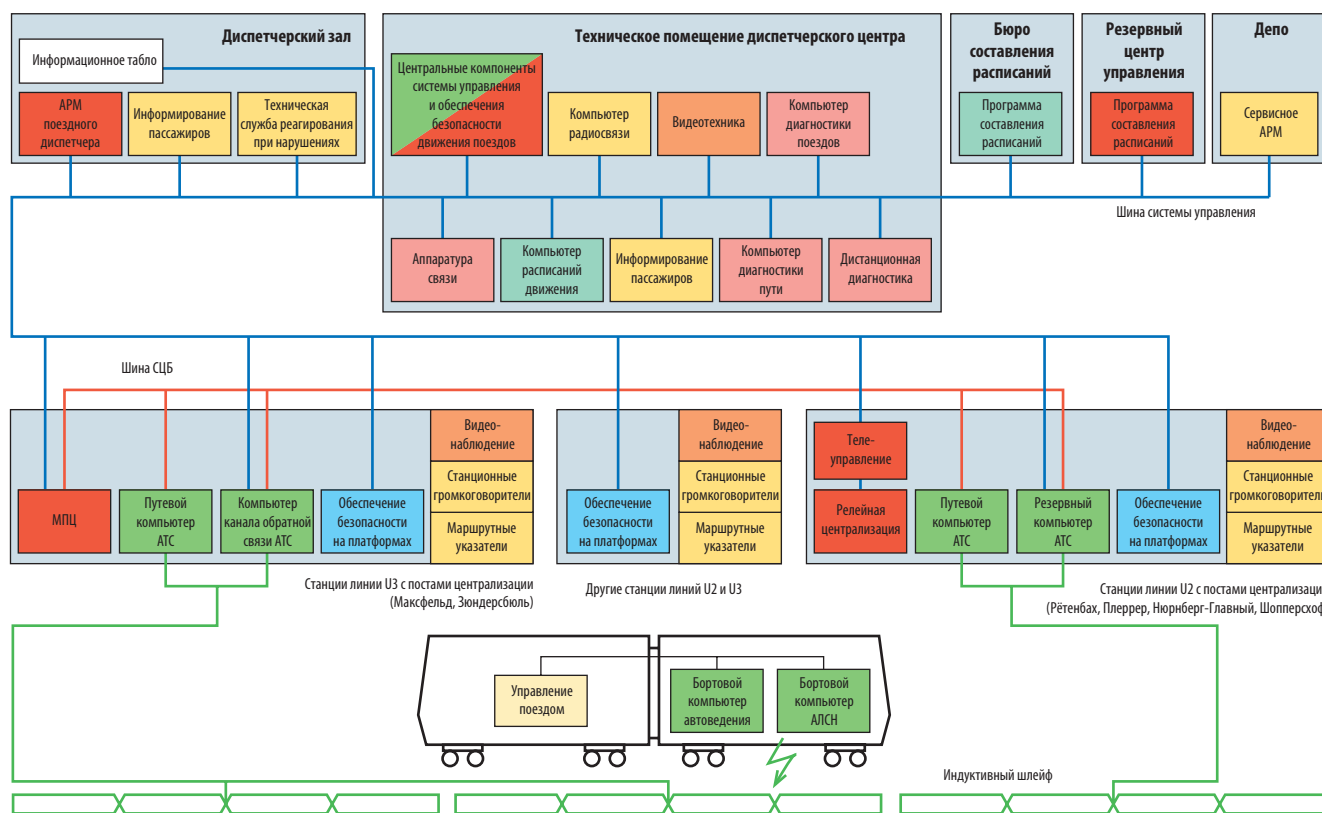


Рис. 5. Структура информационно-управляющей системы для обеспечения работы метрополитена Нюрнберга в автоматическом режиме

твуют не только оснащенные датчиками двери поездов, но и контроль всего пространства платформ

и путей. Система высокочастотных излучателей и датчиков (рис. 6) непрерывно анализирует происхо-

дящее на путях и немедленно регистрирует попадание в эту зону посторонних предметов или людей, инициируя немедленную остановку приближающегося поезда. При этом падение на пути небольших предметов, таких, как газеты или пластиковые пакеты, игнорируется.



Рис. 6. Руководитель проекта К. Шмидт (K. Schmidt) демонстрирует линейку высокочастотных датчиков, контролирующую путь в зоне платформ (фото: VAG)

Состояние проекта

Строительство станций Максфельд на северном участке линии U3 и Зюндерсбюль и Густав-Адольф-Штрассе на южном было практически завершено к декабрю 2005 г., выполнены необходимые строительные работы, системы централизации модернизированы в расчете на более высокую интенсивность движения поездов, в диспетчерском центре установлена новая система управления для линий U2 и U3. Близки к готовности компоненты, требуемые для автоматического режима.

На метрополитен уже поступили первые 10 поездов серии DT3, к концу 2007 г. их число возрастет до 30. Сначала каждый поезд испытывается в неавтоматическом режиме, затем выполняются испытательные поездки в автоматическом режиме на участке длиной 800 м в депо метрополитена Нюрнберг-Лангвассер (рис. 7).

Опытная эксплуатация на линии U3

С начала 2005 г. осуществляются опытные поездки поездов серии DT3 на новом участке линии U3 метрополитена между станциями Ратенауплац и Максфельд (рис. 8). В мае 2005 г. начались опытные поездки на южном участке длиной 1,5 км между станциями Ротенбургер-Штрассе и Густав-Адольф-Штрассе. Первые поездки в автоматическом режиме от станции Максфельд до Густав-Адольф-Штрассе (т. е. с использованием общего участка с линией U2) начались в конце 2005 г. и сначала выполнялись только во время ночного перерыва в работе метрополитена. Число поездов, одновременно участвующих в этих испытаниях, постепенно увеличивалось и достигло 16, половина из них работала в автоматическом режиме, а вторая половина — в традиционном режиме ручного управления. В дальнейшем были запланированы испытательные поездки в дневное время.

Ввод в эксплуатацию первой очереди автоматизированного метрополитена был запланирован на сентябрь 2006 г., однако 24 марта 2006 г. компания Siemens выступила с неожиданным заявлением о необходимости продления периода испытаний еще на год, мотивировав это более высокими, чем ожидалось ранее, затратами на проведение испытаний и подготовку документации для этого уникального проекта (см. «ЖДМ»,



Рис. 7. Поезд DT3 на испытательном пути депо Нюрнберг-Лангвассер (фото: VAG)



Рис. 8. Управление поездом DT3 с резервного пульта (фото: VAG)

2006, № 5, с. 6). По словам представителя Siemens, компания проявила излишний оптимизм при составлении графика работ по вводу системы в эксплуатацию. Первоначально планировалось тестировать отдельные компоненты одновременно с испытаниями системы в целом, однако с учетом сложности всего комплекса и имеющихся результатов испытаний необходимо сначала проверить работу всех компонентов по отдельности

и только затем перейти к общесистемным испытаниям. После завершения тестирования с удовлетворением всех требований, предъявляемых смешанным движением поездов в обычном и автоматическом режимах, последует трехмесячная опытная эксплуатация в реальных условиях.

G. Brux. Eisenbahningenieur, 2005, № 11, S. 52 – 56; материалы компании Verkehrs-Aktiengesellschaft (VAG).