

Развитие средств управления и обеспечения безопасности движения поездов

Объяснить современную ситуацию в области средств управления и обеспечения безопасности движения поездов можно только в историческом контексте. После формирования основных принципов обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте в конце XIX века дальнейшее развитие характеризовалось преимущественно сменой поколений систем централизации. Только в 1990-е годы произошел переход к централизации управления высокого уровня, который стал важнейшим шагом в развитии СЦБ, характеризовавшимся отказом от сложившейся структуры управления перевозочным процессом.

Исторические этапы

Можно выделить несколько важных этапов развития средств управления и обеспечения безопасности движения поездов, начиная с зарождения железнодорожного транспорта в первой половине XIX века. За строительством первых железнодорожных линий последовал период экспериментов, когда осторожно изучались возможности и ограничения нового вида транспорта.

После этапа экспериментов примерно в начале 1870-х годов начался и к началу XX века завершился период грюндерства в области СЦБ, когда были сформированы основные принципы обеспечения безопасности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте (за исключением локомотивной сигнализации). К этим принципам, действующим и в настоящее время, относятся:

- применение напольных сигналов для ограждения мест опасности и разграничения поездов;
- регулирование движения посредством стационарных блок-участков;
- путевая блокировка;
- обеспечение безопасности маршрутов посредством сигнальных зависимостей, замыкание маршрутов, исключение враждебных маршрутов и защита от боковых наездов.

Наряду с формированием основополагающих системных функций средств СЦБ в эти годы стали проявляться национальные особенности в области

обеспечения безопасности и организации перевозочного процесса, развитие которых привело к внедрению зачастую совершенно разных технических решений и отсутствию эксплуатационной совместимости современных систем. Если ранее вся железнодорожная техника (не только средства СЦБ) была подвержена сильному британскому влиянию, то на этом этапе произошло не только отделение европейских систем от североамериканских, но и жесткое размежевание внутри Европы — между немецкими системами, которые развивались самостоятельно, и средствами СЦБ тех стран (преимущественно на западе континента), которые продолжали ориентироваться на британские образцы.

Вслед за этим крайне важным для развития средств управления и обеспечения безопасности периодом в начале XX века наступил продолжавшийся почти 90 лет этап, который характеризовался сменой технических поколений при почти неизменных системных и технических принципах работы железных дорог. Исключением стало развитие автоматической локомотивной сигнализации точечного и непрерывного типа, причем потребность в АЛСН в Германии возникла в связи с внедрением высокоскоростного движения. В начале этого периода произошла смена механической централизации на электромеханическую и электропневматическую (последняя не нашла широкого распространения в Германии), за которой последовали релейная техника и, наконец, электронные системы. Электромеханические и электропневматические системы ориентировались в значительной мере на философию обеспечения безопасности, заложенную в их механических предшественниках.

Решающие перемены начались с внедрением релейной централизации, к которому из-за войны в Европе приступили лишь в 1940-е годы. Благодаря телеуправлению отдельными пунктами практически были сняты ограничения для централизованного руководства перевозочным процессом, хотя исторически сложившаяся структура с ключевой ролью дежурных по станциям была поначалу сохранена. В 1980-е годы началось распространение микропроцессорной централизации, которая и сейчас остается наиболее современным поколением систем. Уникальное своеобразие смены поколений систем цент-

рализации состоит в том, что из-за очень длительного срока службы при внедрении новой техники системы прежних поколений не исчезали, а продолжали работать, и в настоящее время парк систем охватывает устройства всех поколений, демонстрирующих их более чем 100-летнюю историю развития.

Дискуссии 1990-х годов

Во второй половине 1990-х годов в специализированных журналах Германии развернулась дискуссия о путях развития систем управления и обеспечения безопасности движения поездов. При этом обсуждались прежде всего следующие перспективные технологии, лишь часть из которых подтвердила свою экономическую состоятельность:

- высокий уровень концентрации управления перевозочным процессом за счет внедрения региональных диспетчерских центров;
- повышение пропускной способности основной части железнодорожной сети за счет новых способов регулирования расстояний между попутными поездами;
- диспетчерское управление работой региональных линий на базе радиосвязи;
- обеспечение технической совместимости систем АЛС европейских железных дорог в рамках проекта ETCS.

Новые способы регулирования расстояний между поездами

Утверждение, что пропускную способность линий основной части сети железных дорог Германии (DBAG) можно увеличить при помощи средств СЦБ таким образом, что это станет реальной альтернативой строительству дополнительных путей, вызвало наиболее горячие споры специалистов. Идея состояла в том, чтобы реализовать очень короткие блок-участки (менее длины поезда) путем дальнейшего развития системы АЛСН и сделать возможным движение поездов в наиболее критичных с точки зрения пропускной способности зонах с расстоянием минимального сближения, близким к абсолютно тормозному пути.

Это предложение лежит в русле эйфории от перспектив технологии разграничения поездов так называемыми подвижными блок-участками, которая охватила многих специалистов во всем мире и основывалась на ложном предположении, что уменьшение длины блок-участков по сравнению с принятой в традиционных системах автоблокировки позволит существенно повысить пропускную способность. Расчеты, которые должны были подтвердить это

предположение, либо игнорировали базовые взаимосвязи между временем запираения маршрута и структурой графика движения, либо основывались на несерьезных сравнениях с устаревшими техническими системами, в которых полученный прирост производительности лишь в малой степени обуславливался действительным эффектом от применения подвижных блок-участков.

После оснащения пилотной линии в Германии работы над внедрением этой технологии были прекращены.

Диспетчерское управление на базе радиосвязи

Гораздо большие надежды возлагались на технологию диспетчерского управления на базе радиосвязи (FFB). Поскольку современные высокотехнологичные устройства СЦБ имеют все более короткие циклы обновления, предлагалось интегрировать эти устройства в подвижной состав, циклы обновления которого гораздо короче, чем у компонентов инфраструктуры. При этом предполагалось, что будет достигнута значительная экономия на инвестициях в инфраструктуру региональных железнодорожных линий.

Причины неудачи с использованием этой многообещающей концепции являются в конечном счете экономическими. С одной стороны, были недооценены затраты на систему радиосвязи, с другой — стало невозможно переместить затраты на компоненты СЦБ с инфраструктуры на подвижной состав вследствие реформирования железных дорог и разделения их на инфраструктурную и операторские компании. После завершения экспериментов с FFB потребовалось разработать для региональных линий новую концепцию управления движением поездов.

Централизация управления движением поездов и гармонизация систем АЛС

Жизнеспособными и перспективными оказались концепции централизации управления движением поездов и гармонизации систем АЛС европейских железных дорог. Вопросы внедрения системы ETCS уже обсуждались в многочисленных публикациях, поэтому здесь рассматриваться не будут. Следует лишь заметить, что АЛС не является основой, а предоставляет скорее дополнительные функции системы управления движением поездов. Важнейший инструмент управления эксплуатационным процессом — это системы централизации, обеспечивающие установку и безопасность маршрутов, а также предоставляющие в конечном счете данные для АЛС.

Реализация концепции диспетчерских центров

Этапы развития

Впервые телеуправление на железнодорожном транспорте было внедрено еще в 1927 г. на участке компании Toledo & Ohio Central протяженностью 64 км. В дальнейшем диспетчерская централизация стала стандартной системой на тех линиях железных дорог Северной Америки, где использовалась светофорная сигнализация. Посты централизации с автономным управлением сохранились почти исключительно только на крупных узловых станциях и стыках между сетями разных железнодорожных компаний.

Вскоре после Второй мировой войны первые системы диспетчерской централизации появились и в Германии. В большинстве случаев они использовались для телеуправления небольшими отдельными пунктами, расположенными вблизи крупных узловых станций, и лишь на некоторых линиях (например, (Нюрнберг — Регенсбург) было реализовано комплексное телеуправление необслуживаемыми отдельными пунктами всего участка.

В 1980-е годы в Северной Америке наметилась тенденция к массовой централизации управления движением поездов, при этом речь шла уже не о телеуправлении отдельными линиями и узлами, а о создании диспетчерских центров, в зоны действия которых входили сети протяженностью десятки тысяч километров (рис. 1). В 1990-е годы подобные тенденции появились и в Европе, что привело к появлению на DBAG проекта строительства семи региональных диспетчерских центров (BZ) с 75 диспетчерскими кругами (рис. 2). В настоящее время в этих центрах уже реализовано диспетчерское регулирование перевозочного процесса и поэтапно проводится интеграция в них функций оперативного управления движением поездов (рис. 3).

Наряду с концентрацией управления в диспетчерских центрах внедрены совершенно новые функции руководства перевозочным процессом. При этом стыковка функций автоматизированного диспетчерского контроля за движением поездов и управления установкой маршрутов по данным расписания движения выполнена таким образом, что решения по тем или иным регулировочным мероприятиям, принимаемые диспетчером, автоматически преобразуются в задания системы управления установкой маршрутов. Реализация такой стратегии позволит достигнуть немыслимого прежде уровня автоматизации управления перевозочным процессом.

Эта концепция определяет пути развития систем управления и в международном масштабе. Как следствие, усиливается интеграция систем составления расписаний и управления движением поездов.



Рис. 1. Диспетчерский зал центра управления движением поездов железнодорожной компании BNSF в Форт-Уэрте, штат Техас

Если в последние десятилетия все больше усиливалось взаимопроникновение систем управления и устройств СЦБ, то в настоящее время наблюдается тенденция к интеграции автоматизированных систем планирования перевозочного процесса с системами управления и обеспечения безопасности движения поездов. В результате модуль построения рас-

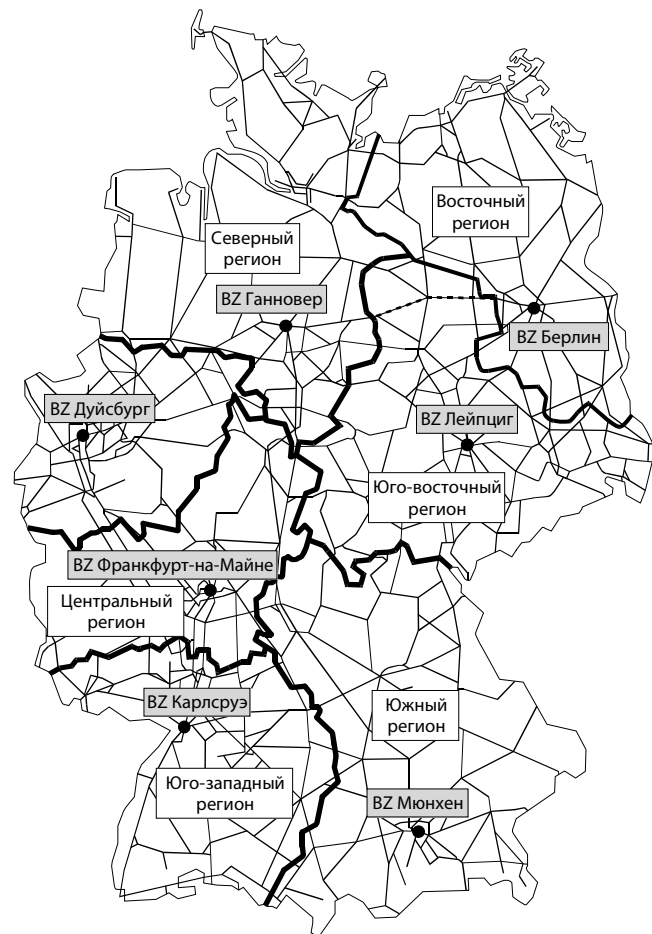


Рис. 2. Зоны действия региональных диспетчерских центров DBAG



Рис. 3. Диспетчерский центр в Лейпциге (фото: DBAG, Саарборг)

писания движения станет составной частью системы управления, а задача диспетчерского регулирования будет сведена к окончательной настройке расписания для его адаптации к текущему состоянию перевозочного процесса.

Цель при этом состоит в создании сквозной информационно-управляющей цепи от рабочего места составителя расписания через уровень диспетчерского регулирования до установки стрелочных маршрутов на уровне систем централизации.

Наряду с усилением связи между составлением расписания и диспетчерским регулированием необходимо интегрировать функции автоматизированного построения графиков движения непосредственно в уровень диспетчерского регулирования. Это обусловлено тем, что при существующей практике в структуре коммерческих ниток графика почти не выделяются свободные нитки для грузовых поездов, курсирующих нерегулярно. Такие перевозки осуществляются в настоящее время преимущественно поездами особого назначения. В эту категорию попадает значительное число поездов небольших компаний-операторов.

Нитки поездов особого назначения уже сейчас можно заказать за несколько часов до планируемого отправления поезда. Они закладываются в график не

инструментами составления расписания, а непосредственно в диспетчерских центрах при помощи автоматизированных систем диспетчерского регулирования, которые изначально для этих целей не предназначались.

Традиционные системы автоматизированного диспетчерского контроля не располагали достаточной точностью по сравнению с системами составления расписаний для учета всех необходимых данных (запасы времени и т. п.) при прокладке нитки графика. Поэтому сейчас в системы диспетчерского регулирования интегрируются системы, способные контролировать бесконфликтность ниток на основе не только диаграммы время — путь, но и дополнительных параметров, не уступая в этом отношении специализированным системам составления расписаний.

Последствия для технологии перевозок

Наряду с многообещающими перспективами переход к высокому уровню концентрации управления движением поездов сопровождается появлением проблем, решить которые предстоит на уровне организации эксплуатационной работы. Это обусловлено сложившейся в Германии структурой организации движения поездов, при которой в случае приме-

нения стандартной технологии согласие на движение поезда выдается устройством сигнализации (напольным сигналом или сигналом в кабине машиниста при использовании АЛСН), а порядок следования поездов определяется по извещениям о проходе поездов, передаваемым между дежурными по станциям по телефону или посредством устройств индикации номеров поездов. На малодеятельных линиях DBAG применяется также технология диспетчерского управления движением поездов, при которой разрешение на движение выдает поездной диспетчер по результатам обмена информацией с поездным или (теперь уже в редких случаях) линейным персоналом.

В случае технических нарушений при стандартной технологии контроль за свободностью пути обязаны брать на себя дежурные по станциям, которые должны наблюдать за проследованием сигнала хвоста поезда. При отсутствии эксплуатационного персонала в отдельных пунктах предусмотрено движение поездов вслед. В настоящее время на линиях с высокой концентрацией управления в случае технических сбоев практикуется именно движение поездов вслед, что приводит к существенным потерям времени.

Для решения этой проблемы необходимо признать, что с точки зрения информационных потоков централизация управления движением поездов имеет больше общего с технологией диспетчерского управления, а не с традиционной технологией, при которой определяющую роль играли дежурные по станциям. Соответственно необходимо пересмотреть действующие нормативные документы и в качестве резервного режима управления использовать технологию, схожую с принятой на малодеятельных линиях.

Экономичные системы управления для региональных линий

На многих региональных линиях Германии эксплуатируются устаревшие устройства СЦБ. Если на основной части сети DBAG форсированно внедряются системы микропроцессорной централизации (МПЦ), то на этих линиях продолжают работать системы довоенной постройки, а в некоторых случаях — еще и XIX века. В результате увеличивается потребность в персонале, что приводит к росту эксплуатационных расходов.

Существующая практика финансирования этих линий за счет применения повышающего коэффициента для ставок тарифов на пропуск поездов бесперспективна. Избежать закрытия таких линий можно только путем внедрения современных систем

управления и обеспечения безопасности, позволяющих сократить штат линейного персонала. Именно эту цель преследовала разработка системы диспетчерского управления на базе радиосвязи FFB, которая оказалась нежизнеспособной по указанным выше причинам.

Диспетчерское управление с применением напольных сигналов

После прекращения работ над проектом FFB необходимо было срочно найти экономически приемлемое техническое решение для региональных линий. Внедрять на них высокопроизводительные системы МПЦ, поставляемые на высокозагруженные магистральные линии, было нецелесообразно. В результате появилась очень прагматичная система на основе технологии диспетчерского управления с напольными сигналами (SZB), уже длительное время реализованной посредством релейной техники.

SZB представляет собой усовершенствованную технологию диспетчерского управления, при которой линию оснащают упрощенной системой сигнализации и путевой блокировкой. Наличие технических средств ограждения попутно следующих поездов позволяет увеличить скорость и интенсивность их движения. При этом разрешение на движение выдается поездным диспетчером по поездной радиосвязи даже при наличии открытого основного сигнала. Если система SZB дополняется устройствами индикации номеров поездов с протоколирующим принтером, в нормальном режиме эксплуатации допускается отказ от обязательной передачи поездным персоналом речевых сообщений о проследовании поездом отдельных пунктов.

Система SZB с микропроцессорной централизацией

На основе технологии SZB была разработана система диспетчерского управления с напольными сигналами и микропроцессорной централизацией (SZB-E). В отличие от систем, применяемых на основной части сети DBAG, для региональных линий микропроцессорная централизация была существенно упрощена, в частности отказались от средств безопасного отображения информации на рабочем месте диспетчера. Поскольку поездной диспетчер протоколирует движение поездов на основе принимаемых по поездной радиосвязи сообщений, в случае нарушений эксплуатация может быть подолжена по принципам технологии SZB. Если на отдельных пунктах имеется эксплуатационный персонал, то при этом в значительной мере сохраняется технический контроль за состоянием маршрутов и порядком следования поездов.

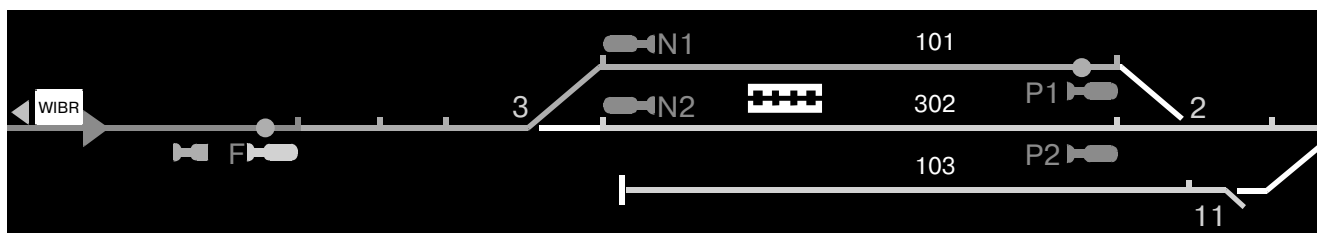


Рис. 4. Отображение схемы путей на экране монитора поездного диспетчера в системе SZB-E

Интерфейс пользователя на рабочем месте поездного диспетчера может быть существенно упрощен по сравнению с АРМ оператора МПЦ. С его помощью необходимо только отобразить схему участка с индикацией занятых путей и установленных маршрутов, чтобы поездный диспетчер мог установить необходимые маршруты. Детального отображения состояния напольных устройств и возможности ввода ответственных команд, регистрируемых счетчиком, не требуется (рис. 4).

На участках DBAG, оборудованных этой системой, допускается также в нормальном режиме эксплуатации не использовать выдачу по поездной радиосвязи разрешения на движение, а руководствоваться исключительно разрешающими показаниями основных сигналов. Это означает частичный отказ от основного принципа диспетчерского управления. От обычной технологии эксплуатации с телеуправлением отдельными пунктами этот режим отличается сохранением определенных элементов технологии диспетчерского управления (контроль за движением поездов на основе сообщений о проследовании отдельных пунктов) и иной организацией резервного управления при сбоях.

Поскольку при технологии диспетчерского управления порядок следования поездов всегда регулируется централизованно, то резервное управление здесь гораздо лучше адаптировано к условиям телеуправления по сравнению со стандартной технологией, принятой на основной части сети DBAG. При такой ор-

ганизации резервного управления можно, например, отказаться в большинстве случаев от движения поездов вслед.

Возможности применения технологии, заложенной в основу системы SZB-E, не исчерпываются линиями с низкой и средней интенсивностью движения. Они могут быть востребованы и на магистральных линиях, расположенных вне основной части сети DBAG. Поэтому целесообразно пересмотреть концепцию обновления устройств СЦБ на железных дорогах Германии и из экономических соображений ориентироваться на внедрение высокопроизводительных систем МПЦ только на тех линиях, которые входят в зоны действия региональных диспетчерских центров.

Все другие линии следует оснащать упрощенными системами МПЦ, разработанными для SZB-E. На многих зарубежных железных дорогах подобные технические решения используются в качестве стандартных систем централизации на всех телеуправляемых линиях. Одно из преимуществ такого подхода состоит в том, что за счет отказа от ввода ответственных команд, требующих регистрации, в центре управления можно использовать более дешевые системы, не требующие защиты от опасных отказов. При стандартизации интерфейсов появится возможность использовать технику разных изготовителей на местном уровне и в центре управления.

J. Pachl. Eisenbahntechnische Rundschau, 2005, № 3, S. 96 – 102.

Вам нужна

эффективная

реклама?

Звоните в редакцию журнала «Железные дороги мира»,

МЫ ПОМОЖЕМ ВАМ.

Телефон: (095) 317-55-65. E-mail: zdm@css-rzd.ru