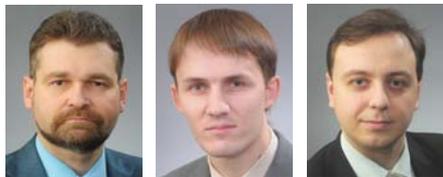


Проблемы повышения надежности работы устройств АБТЦ-2000 при организации высокоскоростного движения

А. А. ЛЫКОВ, канд. техн. наук, зам. зав. каф. «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», Д. В. ЕФАНОВ, канд. техн. наук, ассистент, В. А. КУЗНЕЦОВ, ст. преподаватель, Петербургский государственный университет путей сообщения



На перегонах при больших скоростях движения поездов возникают проблемы, связанные с функционированием устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

Одним из средств, позволяющим решить их, является среда моделирования релейно-контактных схем. Анализ работы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики в ней позволяет выявить недостатки схемных решений и выработать стратегию достижения устойчивого функционирования схем.

В настоящее время во всем мире в сфере железнодорожных перевозок вектор развития направлен на повышение скоростей передвижения. Во многих странах Европы уже созданы как внутригосударственные, так и интернациональные высокоскоростные магистрали, позволяющие усилить мотивационные и экономические факторы, влияющие на выбор пассажирами железнодорожных перевозок из множества видов транспорта [1–3]. Железнодорожный транспорт обретает высокий уровень конкурентоспособности.

При организации высокоскоростного движения возникают проблемы обеспечения заданного уровня надежности функционирования устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). Увеличение скорости движения поездов обуславливает особые требования к устройствам СЦБ:

- адекватное скорости движения поезда быстроедействие схем;
- повышение безотказности и, как следствие, сокращение времени на техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р) устройств, поскольку рост скорости и интенсивности движения ведет к резкому уменьшению технологических окон;
- улучшение условий и повышение безопасности труда обслуживающего персонала.

В России, стране с большими расстояниями между крупными промышлен-

ными, экономическими и культурными центрами, организация высокоскоростного движения является одной из первостепенных задач. Для ее решения на главном ходу Октябрьской железной дороги с 17 декабря 2009 г. в эксплуатации находится высокоскоростной подвижной состав фирмы Siemens AG [4], более известный как «Сапсан» (или Velaro RUS), благодаря которому переезд между Москвой и Санкт-Петербургом занимает менее 4 часов. Работа железнодорожного транспорта в таком режиме позволяет ему конкурировать на равных с авиатранспортом (а в некоторых аспектах и превосходить его).

Также в текущем году запущена международная скоростная линия Санкт-Петербург — Хельсинки.

За рубежом линии железных дорог с высокоскоростным движением часто являются выделенными, т. е. на них курсируют только высокоскоростные поезда. На сети железных дорог Российской Федерации в настоящее время это недостижимо, и движение скоростного поезда «Сапсан» осуществляется по действующей пассажирской линии Санкт-Петербург — Москва длиной 650 км. При этом скорость движения скоростных поездов достигает 250 км/ч.

Между тем организация высокоскоростного движения требует модернизации не только подвижного состава, но и инженерных сооружений (устройства путевого хозяйства, энергоснабже-

ния и пр.), а также устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). Использование готовых зарубежных технических решений в области ЖАТ нежелательно, поскольку негативно влияет на стратегическую безопасность железных дорог и государства в целом. Для разработок, касающихся функционирования высокоскоростных магистралей в России, привлекаются специалисты отечественных научно-исследовательских, проектных и учебных институтов.

Система управления движением поездов на перегонах АБТЦ-2000

Для организации скоростного движения поездов на участке Санкт-Петербург — Москва была проведена масштабная реконструкция всей железнодорожной инфраструктуры. В числе прочего она затронула хозяйство автоматики и телемеханики. Перегоны были оборудованы автоблокировкой с централизованным размещением аппаратуры и тональными рельсовыми цепями (ТРС) без изолирующих стыков — АБТЦ-2000. Данная система интервального регулирования движения поездов является наиболее развитой из тех, что применяются на сети железных дорог России. В числе достоинств АБТЦ-2000 [5] следует отметить отсутствие изолирующих стыков, являющихся, по статистике, самыми ненадежными элементами в рельсовой цепи (РС) (из-за них происходит 27 % отказов всех устройств ЖАТ). Кроме того, в АБТЦ-2000 значительно сокращено количество дроссель-трансформаторов, улучшены условия протекания обратного тягового тока, отсутствуют реле, работающие в импульсном режиме. При создании системы были решены задачи по сокращению объемов и упрощению проведения работ, связанных с ТО и Р, улучшению условий труда обслуживающего персонала.

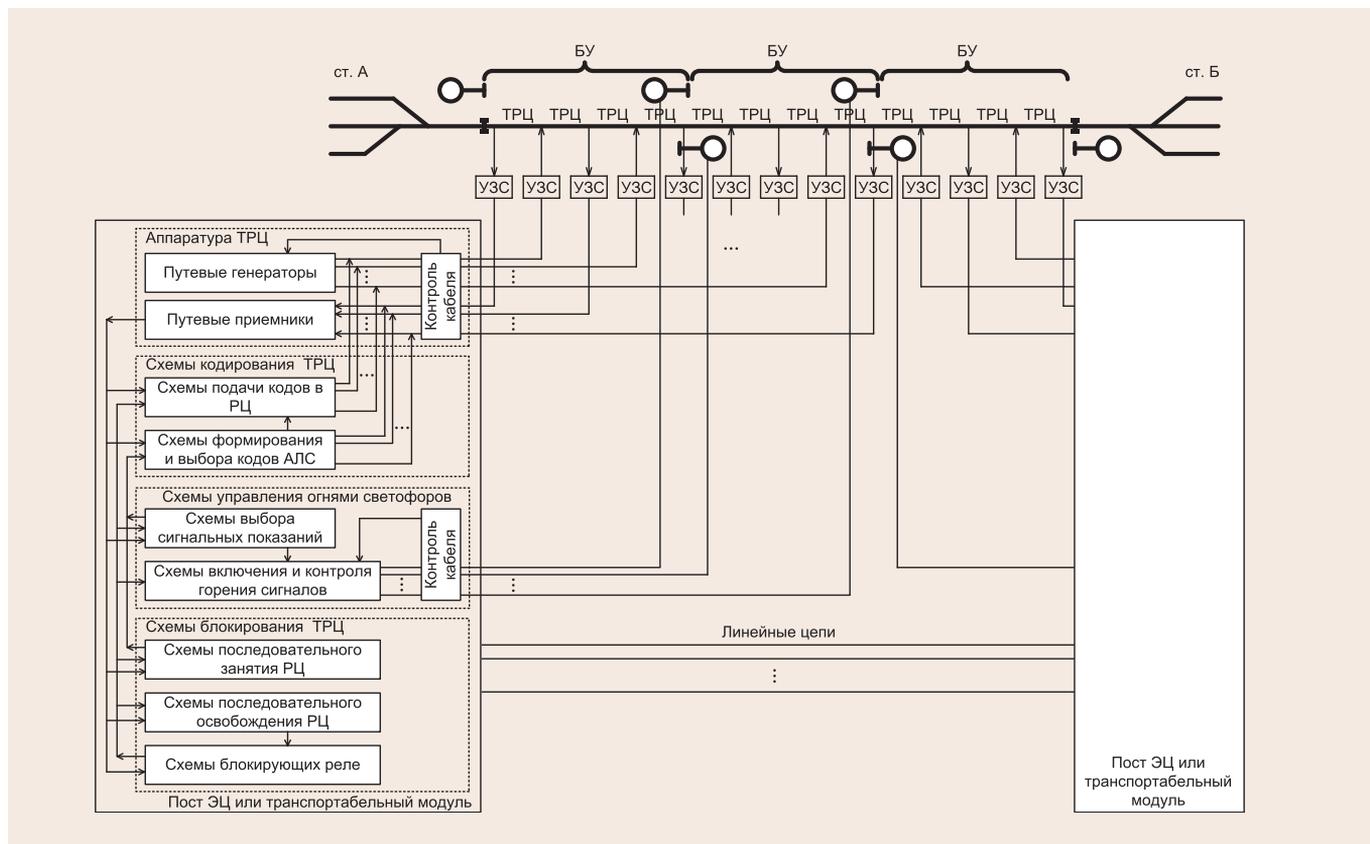


Рис. 1. Структурная схема АБТЦ

Структурная схема АБТЦ приведена на рис. 1. Вся аппаратура размещается на постах электрической централизации (ЭЦ) или в транспортабельных модулях на прилегающих к перегону станциях. На перегоне располагаются только светофоры (из-за наличия зоны дополнительного шунтирования они смещаются относительно точки подключения кабеля к РЦ на 40 м навстречу движению) и устройства сопряжения и защиты РЦ (путевой трансформатор, ограничивающие сопротивление и разрядник). Ввиду небольшой длины ТРЦ в пределах одного блокучастка (БУ) создается несколько (как правило, 3–4) ТРЦ. Предотвращение столкновения с впереди идущим поездом при автостопном торможении достигается введением защитных участков (ЗУ), которые по длине совпадают с БУ.

Постовые устройства связаны с напольным кабелем. При замыкании жил кабеля существует опасность попадания сигнального тока от путевого генератора непосредственно на путевой приемник в обход рельсовой линии. Поэтому провода, соединяющие аппаратуру питающих и релейных концов ТРЦ, расположены в разных кабелях. Но поскольку даже в этом случае при замыкании жил кабеля возможно попадание сигнального тока одной ТРЦ на путевой приемник другой по обход-

ным цепям, предусмотрен контроль исправности жил кабеля: в случае замыкания жил, понижения сопротивления изоляции между ними, а также при соприкосновении жилы с землей контрольная схема отключает питание всех ТРЦ.

Коды автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) подаются только в занятые РЦ через аппаратуру питающих и релейных концов. Выбор кодового сигнала осуществляется специальной схемой в зависимости от показания впереди стоящего светофора и состояния БУ (разблокирован/заблокирован).

Сигнальные показания проходных светофоров выбираются в зависимости от числа свободных впереди лежащих БУ, состояния ЗУ, соблюдения последовательности освобождения РЦ БУ предыдущим поездом. Питание ламп проходных светофоров осуществляется со станции. Опасные последствия замыкания проводов, идущих к лампам светофоров, предотвращаются схемой контроля кабеля.

С целью повышения надежности работы системы в случае кратковременного наложения или потери шунта, ложной занятости или излома рельса БУ в АБТЦ при занятии подвижным составом замыкаются. Размыкание их происходит с контролем последовательности освобождения РЦ БУ. При ее

нарушении БУ остается в замкнутом состоянии. При этом включение разрешающих показаний на ограждающем БУ светофоре и подача кодов Ж и З в линию исключаются.

Увязка устройств АБТЦ между станциями, ограничивающими перегон, осуществляется по линейным цепям. По ним передается информация о состоянии реле, контакты которых участвуют в работе схем АБТЦ, расположенных на соседней станции.

При скоростях движения поездов до 200 км/ч автоблокировка АБТЦ-2000 зарекомендовала себя как устойчивая и достаточно надежная, работающая с выполнением всех требуемых условий безопасности движения поездов. Теоретические расчеты позволили предположить, что повышение скоростей до 250 км/ч не должно повлиять на работу схем АБТЦ-2000, поэтому в качестве основного средства интервального регулирования движения поездов была выбрана именно эта система автоблокировки.

Однако опыт работы скоростной магистрали Санкт-Петербург — Москва показал наличие сбоев в работе схем последовательного занятия РЦ БУ, влияющих на кодирование РЦ. Данные сбои приводили к тому, что скоростной поезд оказывался на некодированном участке. При этом неисправность воз-



Рис. 2. Расшифровка показаний КЛУБ в момент сбоя в схемах АБТЦ-2000

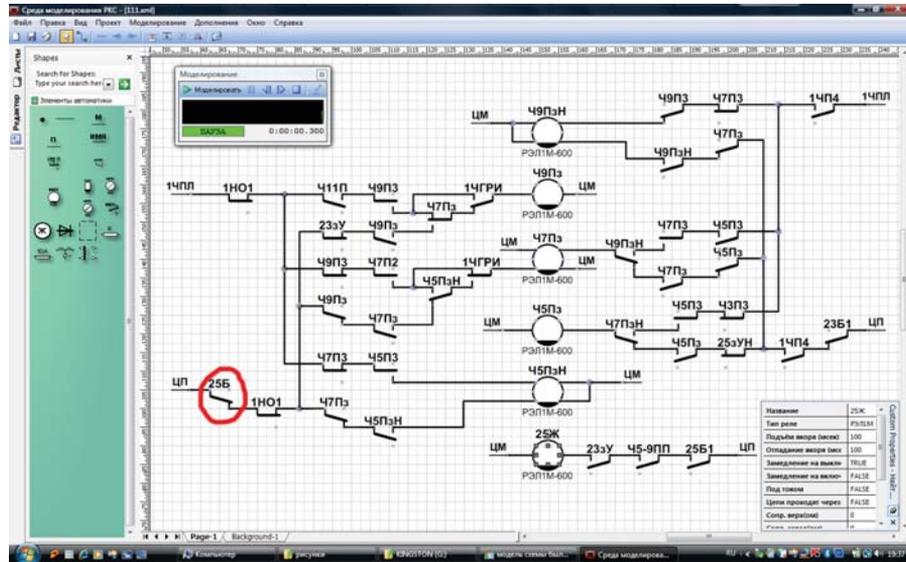


Рис. 3. Синтезированная схема реле последовательного занятия участков

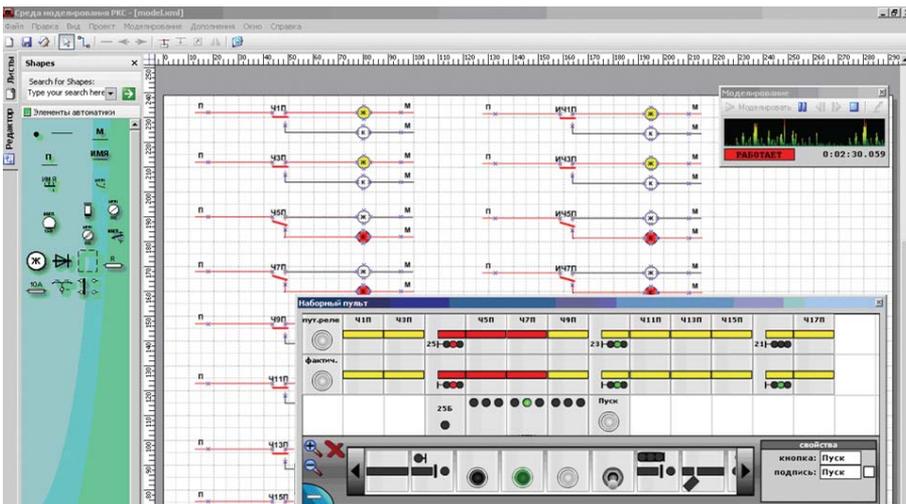


Рис. 4. Имитация движения поезда в среде моделирования релейно-контактных схем

никала в обеих системах локомотивной сигнализации: как в АЛСН, так и в более совершенной АЛС-ЕН, используемой в качестве дополнительного средства сигнализации. Результатом такого сбоя является снижение скорости, нарушение графика движения поездов и, как следствие, материальные потери.

Анализ работы локомотивных устройств КЛУБ (рис. 2) показал, что не-

исправности в кодировании происходили в момент вступления скоростного поезда на соответствующий БУ, а восстановление кодирования — после вступления состава на следующий БУ. Поиск причины такой реакции системы осложнялся тем, что закономерности в проявлениях неисправностей не просматривались ввиду того, что они происходили на разных РЦ разных БУ,

в разное время, при различных климатических условиях.

Среда моделирования релейно-контактных схем для решения проблем функционирования устройств АБТЦ-2000

Для решения проблемы устойчивости функционирования схем АБТЦ-2000 была применена среда моделирования релейно-контактных схем (РКС), созданная на кафедре «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» ПГУПС [6].

Благодаря встроенным функциям журнала событий и построения временных диаграмм, а также возможности моделировать работу схем в пошаговом режиме среда моделирования РКС позволяет не только синтезировать системы ЖАТ, но и изучать логико-временные процессы, происходящие в схемах, наблюдать поведение приборов и элементов схем в различных режимах, включая отказы, определять точки подключения средств диагностики и мониторинга. Это, в свою очередь, дает возможность выявлять предотказные состояния схем, автоматизировать поиск неисправностей, производить отладку систем ЖАТ.

В ходе исследований была поставлена задача смоделировать и проанализировать работу схем АБТЦ-2000 при проследовании по перегонам поездов с высокой скоростью (до 250 км/ч и выше), а также отыскать причину возникновения сбоя кодирования.

Для решения задачи потребовалось:

- синтезировать в среде моделирования РКС принципиальные электрические схемы АБТЦ-2000 и создать их модель;
- создать имитатор движения поезда с возможностью изменения скорости;
- отобразить в наглядном виде имитацию движения поездов и работу схем АБТЦ;
- провести эксперименты с полученной моделью.

На первом этапе были синтезированы принципиальные схемы АБТЦ-2000 на основе технических решений 410418-ТР с учетом всех изменений, внесенных в схему с момента ее пуска. Далее путем специального преобразования из схем была получена компьютерная модель системы АБТЦ-2000 (рис. 3).

Для имитации движения поезда по участку была создана схема последовательного занятия и освобождения РЦ, позволяющая также варьировать

такие параметры, как скорость и длина поезда.

Наглядность движения подвижного состава и работы схем АБТЦ достигнута за счет разработки специального пульта управления и контроля поездной ситуации (рис. 4). Для учета влияния разности времени фактического занятия РЦ и времени срабатывания путевого приемника, которое может составлять 1 с и более, на табло существует два ряда ячеек: верхний ряд показывает работу путевых реле, а нижний — фактическое движение поезда по БУ. Желтый цвет означает, что РЦ свободна (путевые реле находятся во включенном состоянии), красный — что она занята (путевые реле выключены). Специально вынесенный индикатор блокировочных реле (25Б) позволяет определить факт блокировки БУ. Ряд индикаторов справа от него индицирует посылку кодов АЛСН в соответствующую РЦ; выключение этой индикации дает возможность зафиксировать факт пропадания кодирования в РЦ.

При анализе схем АБТЦ-2000 особое внимание было уделено схемам кодирования, кодовключающих и блокирующих реле, поскольку именно эти эле-

менты системы участвуют в подаче кодов в РЦ. В процессе исследований была разработана специальная методика анализа, которая предполагает изменение временных параметров всех элементов схем в допустимых пределах, предусмотренных производителем. Данная разработка стала возможной благодаря тому, что Санкт-Петербургский электротехнический завод — филиал ЭЛТЕЗА предоставил соответствующие данные.

В ходе исследований была предложена замена контакта блокировочного реле Б на контакт реле Ж. Дальнейшее моделирование после замены показало (рис. 3), что вышеописанные отрицательные моменты работы схем устраняются; кроме того, обеспечивается выполнение всех необходимых условий безопасности движения поездов.

В будущем с помощью рассмотренной среды моделирования возможно создание моделей целых участков железной дороги для построения учебных классов на предприятиях службы Ш, что позволит изучать работу всех схем в реальных условиях, при возникновении наиболее частых по статисти-

ке неисправностей, а также анализировать функционирование схем при реконструкции существующих линий железных дорог под высокоскоростное движение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие высокоскоростных сообщений на железных дорогах Западной Европы // Железные дороги мира. — 2000. — № 3. — С. 5–13.
2. Киселев И. П. Прогресс высокоскоростного железнодорожного движения: К итогам пятого европейского конгресса по высокоскоростному железнодорожному движению // Железнодорожный транспорт. — 2006. — № 8. — С. 87–93.
3. Вакулenco С. П. Высокоскоростная магистраль Санкт-Петербург — Москва: проблемы и перспективы // Железнодорожный транспорт. — 2006. — № 6. — С. 47–51.
4. Диверсификация деятельности ОАО «РЖД» в сфере грузовых и пассажирских перевозок на основе маркетинговой политики и вывода на рынок комплексных транспортных продуктов. Годовой отчет ОАО «РЖД». — 2009. — С. 74–78.
5. Федоров Н. Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями: Учебное пособие. — Самара: СамГАПС, 2004. — 132 с.
6. Сапожников В. В., Лыков А. А., Петров А. В., Осадчий Г. В. Моделирование релейно-контактных схем // Транспорт Урала. — 2007. — № 3. — С. 46–50.

Оборудование и разработки для предприятий отрасли

ООО «ВЕСТ-ТЕР» со времени своего создания в 1992 г. занимается разработкой конструкторской и технологической документации, производством и поставкой продукции и запасных частей для предприятий железнодорожного транспорта. В настоящее время компания поставляет продукцию на железные дороги России, в страны СНГ и Балтии.

За длительное время тесного сотрудничества с ОАО «РЖД» компания «ВЕСТ-ТЕР» освоила выпуск запасных частей для путевой техники тяжелого типа, провела модернизацию более 50 щетноочистительных машин и 8 рельсо-сварочных предприятий.

На сегодняшний день компания развивается по трем основным направлениям деятельности.

Одним из них является разработка и оснащение комплексов путевых машин высокотехнологичным электронным оборудованием, таким как система диагностики путевых машин в режиме реального времени, и различными автоматизированными системами управления процессом очистки щебня и

выправки пути. Данные системы повышают качество и скорость производства путевых работ, а также позволяют значительно упростить и обезопасить работу персонала путевых машин.

Второе ключевое направление — проектирование и изготовление узлов и деталей для всех типов щетноочистительных машин. Производство сопровождается непрерывной работой по модернизации продукции с целью повышения ее эксплуатационных качеств и увеличения ресурса за счет прогрессивных технологий и технических решений.

Третье важное направление деятельности ООО «ВЕСТ-ТЕР» связано с проектированием и реконструкцией рельсо-сварочных предприятий, а также с

поставкой технологического оборудования с применением современных методов организации труда.

Разработки предприятия успешно внедряются и пользуются широким спросом на сети железных дорог Российской Федерации и в странах ближнего зарубежья.

Компания уделяет большое внимание качеству выпускаемой продукции. Это достигается благодаря слаженной работе и высокому потенциалу коллектива, имеющего огромный опыт как в проектировании, так и в производстве.

Наши специалисты всегда готовы дать необходимую консультацию, ответить на возникающие вопросы технического характера и рассмотреть предложения о сотрудничестве.

ООО «ВЕСТ-ТЕР»

Тел./факс: 8 (812) 331-39-61

www.west-ter.spb.ru

info@west-ter.spb.ru