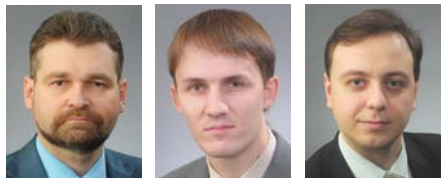


# Проблемы повышения надежности работы устройств АБТЦ-2000 при организации высокоскоростного движения

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.

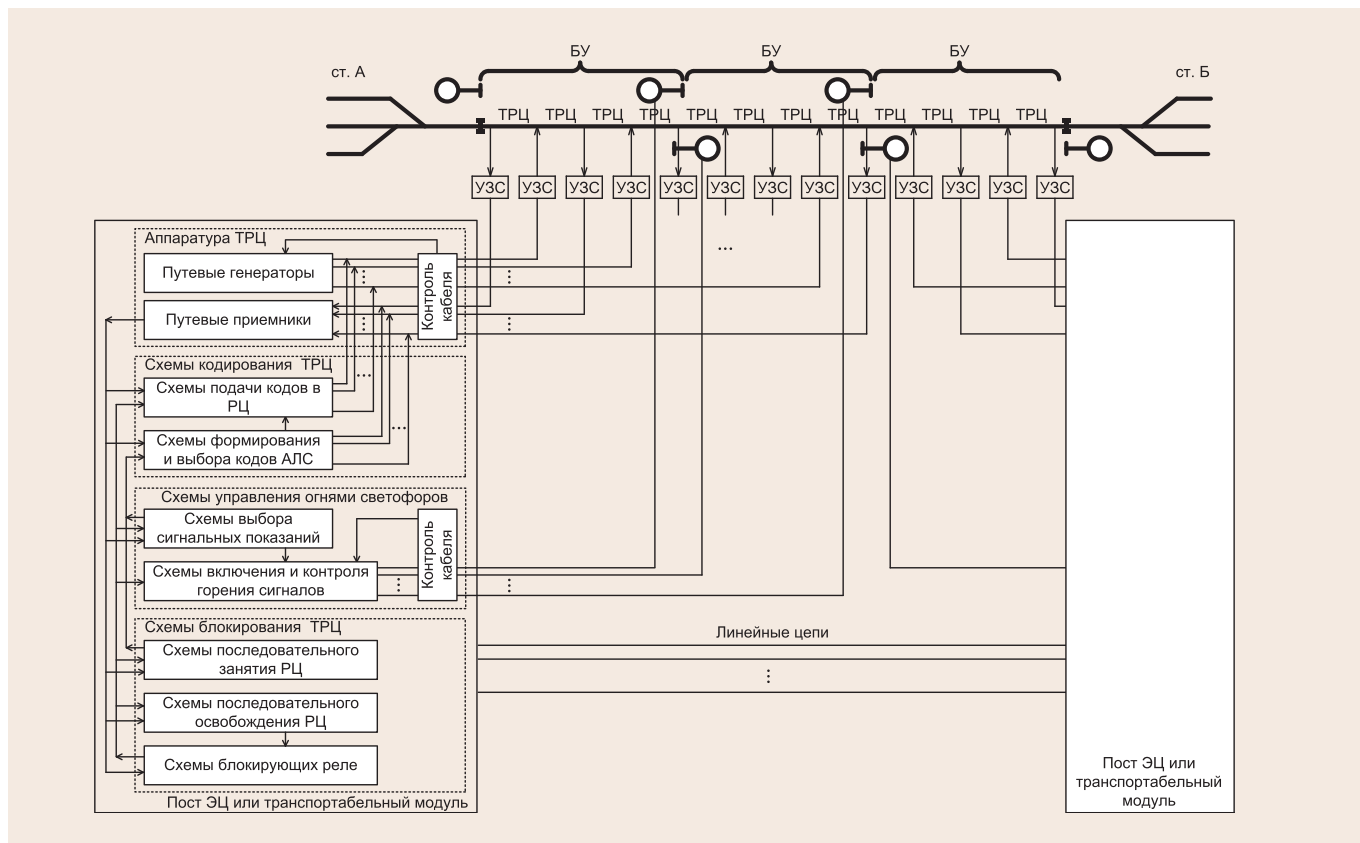


Рис. 1. Структурная схема АБТЦ

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 (ПЗ) БУ, влияющих на кодирование РЦ. Данные сбои приводили к тому, что скоростной поезд оказывался на некодированном участке. При этом неисправность воз-

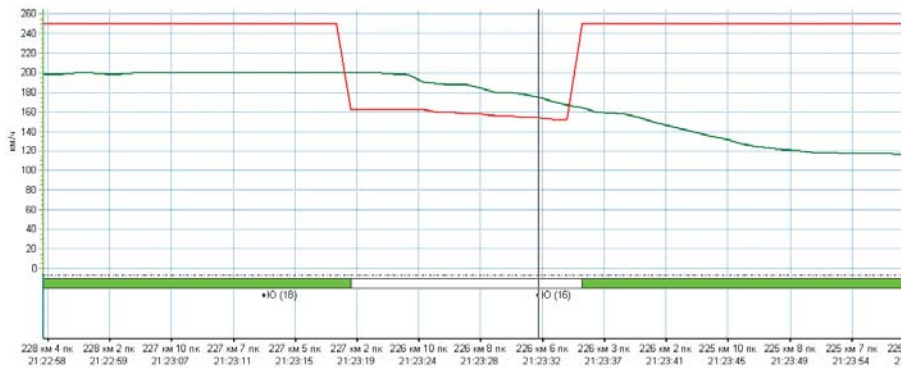


Рис. 2. Расшифровка показаний КЛУБ в момент сбоя в схемах АБТЦ-2000

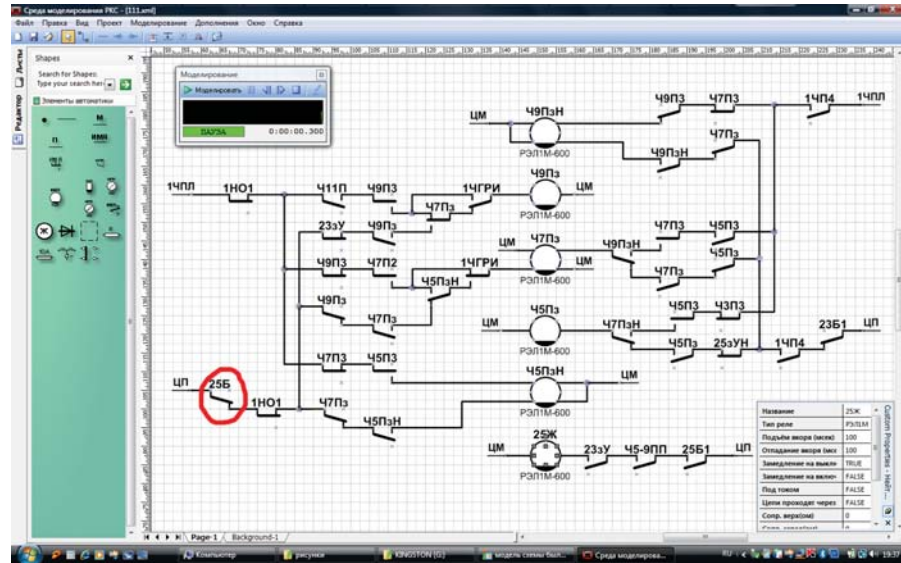


Рис. 3. Синтезированная схема реле последовательного занятия участков

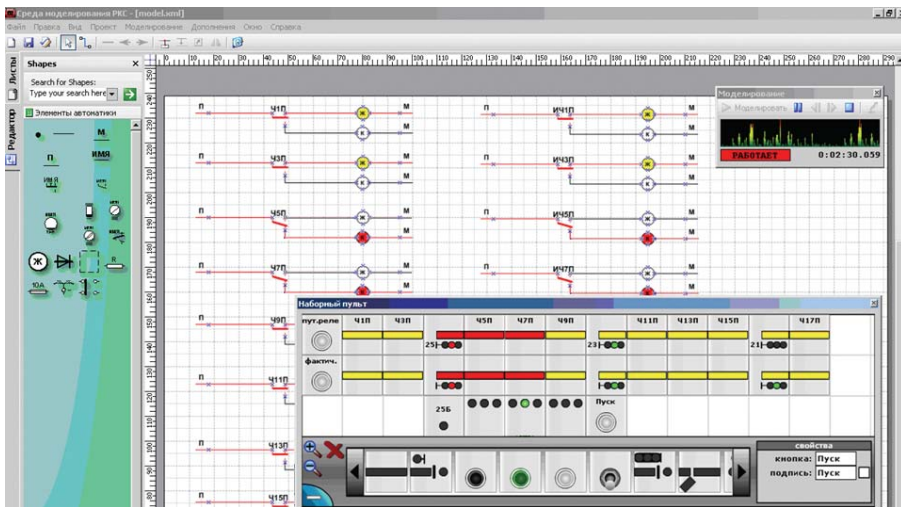


Рис. 4. Имитация движения поезда в среде моделирования релейно-контактных схем

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