

УДК 656.259.12

**А. Б. Никитин, С. Т. Болтаев, А. М. Глыбовский****ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ  
ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ НА ЛИНИЯХ  
СМЕШАННОГО ДВИЖЕНИЯ**

Дата поступления: 06.04.2016

Решение о публикации: 14.04.2016

**Цель:** Обосновать параметры реализации функций электрической централизации (ЭЦ) при высокоскоростном движении (ВСД) на станциях линий смешанного движения. **Методы:** Применялось математическое моделирование параметров движения высокоскоростного поезда по инфраструктуре отдельных пунктов. **Результаты:** Рассмотрены вопросы организации движения на высокоскоростной магистрали (ВСМ), в том числе на станциях ВСМ при смешанном движении. Приведён анализ особенностей организации высокоскоростного движения поездов на высокоскоростных линиях, рассмотрен технологический процесс станций на линиях смешанного движения и критические по времени функции ЭЦ: установка и размыкание маршрутов высокоскоростных поездов на станциях ВСД при смешанном движении поездов. Также проанализированы особенности реализации технологических функций и алгоритмов для ВСД при установке и разделке маршрутов, включая искусственное размыкание и отмену маршрутов в режиме «скоростное движение». Установлено, что применение регламентного временного извещения ограничивает движение поездов на станциях и парализует все передвижения на станциях и перегонах до и после прохода высокоскоростного поезда. **Практическая значимость:** Обоснованное увеличение временных параметров технологических функций системы ЭЦ на железнодорожных станциях смешанных линий ВСМ позволит обезопасить высокоскоростное движение на смешанных линиях. При вводе ВСД требуется модернизировать систему автоматики и телемеханики и предусмотреть режим «скоростное движение», который, изменяя временные параметры функций систем ЭЦ, обеспечивает требуемые показатели безопасности и работоспособность алгоритмов, компенсирует рост скоростей движения дополнительными временными задержками в системе управления.

Высокоскоростная магистраль, высокоскоростное движение, станция, маршрут, смешанные линии, стрелка, искусственное размыкание, отмена маршрута, рельсовые цепи, электрическая централизация, дежурный по станции, скоростное движение.

**Alexander B. Nikitin**, D. Eng., professor, [nikitin@crtc.spb.ru](mailto:nikitin@crtc.spb.ru); **\*Sunnatillo T. Boltaev**, postgraduate student, [bstqqa@yandex.ru](mailto:bstqqa@yandex.ru); **Artem M. Glybovskiy**, student, [a.glybovsky@gmail.com](mailto:a.glybovsky@gmail.com) (Petersburg State Transport University) SPECIFIC FEATURES OF REALISATION OF INTERLOCKING FUNCTIONS FOR HIGH-SPEED TRAINS ON HYBRID LINES

**Objective:** To provide rationalisation for parameters of interlocking functions for high-speed traffic on hybrid line stations. **Methods:** Mathematical simulation of parameters of high-speed train movement across interstation infrastructure was applied. **Results:** Issues of organising traffic on high-speed line were considered, including at high-speed line stations in case of hybrid movement. Analysis of specific features of organisation of high-speed train traffic on high-speed lines is provided, technological process of stations on hybrid traffic is considered, as are time-critical interlocking functions: setting and locking out of high-speed train routes at high-speed traffic stations under hybrid train traffic. Also analysed were specific features of realisation of technological functions and algorithms for high-speed traffic during setting and

point setting of routes, including emergency route realisation and route cancellation in “high-speed” mode. It was established that use of regulation notification time limits train movement at stations and paralyses any movement at stations and running lines before and after a high-speed train passes. **Practical importance:** Justified increasing of temporal parameters of technological functions of interlocking system at hybrid-line railway stations of high-speed lines would allow to secure high-speed traffic on hybrid lines. When introducing high-speed traffic, it is required to modernise the automatics and telemechanics system, and to envisage “high-speed” mode, which, whilst altering temporal parameters of interlocking systems’ functions, ensures required safety parameters and working efficiency of algorithms, and compensates for an increase in movement speed with additional temporary delays in the control system.

High-speed line, high-speed traffic, station, route, hybrid lines, switch, emergency route realise, route cancel, track circuits, interlocking, station duty officer, high-speed traffic.

Высокоскоростное движение (ВСД) железных дорог мира основывается на самых передовых технологиях различных отраслей: транспортного строительства, машиностроения, силовой электроники, компьютерных технологий, связи. Практический опыт реализации ВСД определяет технический прогресс и направления перевооружения железных дорог. Реализация ВСД требует значительных капитальных вложений, поэтому начало таким проектам было положено в технически и технологически развитых странах. Однако потребность в скоростных и высокоскоростных перевозках предопределила актуальность исследований в части возможности использования для этого действующей инфраструктуры железных дорог других стран [2, 8]. Ее модернизация позволяет минимизировать затраты в проекты ВСД, но при этом требуется обоснование новых технических решений. В задачах систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) подлежат изменению алгоритмы функционирования, которые вследствие роста скоростей могут вызвать нарушения корректной работы устройств СЖАТ, а в ряде случаев – и условий безопасного движения поездов.

### Особенности организации перевозок на линиях высокоскоростного движения

Для ВСД требуется обеспечить соответствие более высоким требованиям к подвижному составу и инфраструктуре железных дорог, связанных с влиянием роста скоростей. Кроме

того, эффективность, безопасность и качество эксплуатации высокоскоростных магистралей (ВСМ), а также затраты на эксплуатацию зависят от совместимости подвижного состава и инфраструктуры, поэтому данному параметру уделяется особое внимание на железных дорогах Японии, Китая, Франции, Германии, Италии и Испании.

Международный союз железных дорог выделяет четыре типа систем высокоскоростного сообщения [10, 16] (рис. 1):

- **первый тип** – классическая система высокоскоростного сообщения, к которой относятся только высокоскоростные поезда (ВСП) и соответствующие им выделенные линии. Именно так устроена японская система «Синкансэн». Японская высокоскоростная железная дорога полностью изолирована от обычной сети железных дорог. Протяжённость ВСМ Японии составляет 2664 км;

- **второй тип** – сеть высокоскоростных линий, ВСП которых могут эксплуатироваться и на обычных линиях. В качестве примера можно привести Францию, где ВСП эксплуатируются также на обычной сети железных дорог. Особенности сети ВСМ Франции:

- доля ВСМ в общей сети железных дорог составляет около 6% (1881 км);

- ВСД организовано на специальных высокоскоростных линиях, максимальная скорость до 320 км/ч;

- сеть ВСМ строго моноцентрична и отделена от обычной железнодорожной сети;

- ВСМ соединена с сетями ВСМ шести стран;

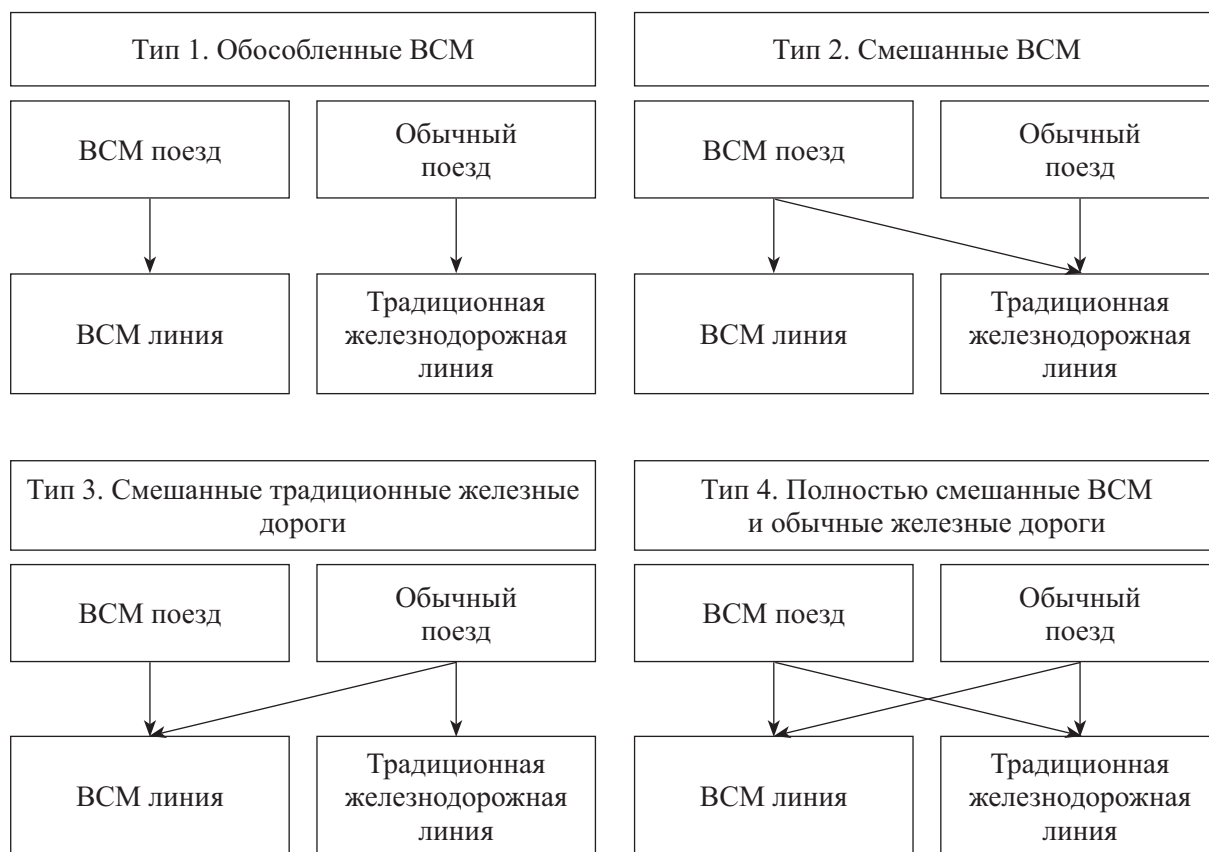


Рис. 1. Классификация линий высокоскоростного движения

– на некоторых участках обычной сети (160 км/ч) ВСП TGV разрешается ехать с максимальной скоростью 220 км/ч;

• **третий тип** – на высокоскоростных линиях эксплуатируются не только ВСП, скорость которых более 250 км/ч, но и обычные поезда, оборудованные системой перехода с одной ширины колеи на другую. Из-за более низких скоростей движения обычных поездов пропускная способность высокоскоростных линий снижается. С другой стороны, ВСП не эксплуатируются на обычных линиях. По такой технологии эксплуатируется система высокоскоростного сообщения Испании – AVE. Особенности сети ВСД Испании:

- максимальная скорость поездов 310 км/ч;
- рельсовая система ВСМ нормальной колеи 1435 мм отделена от общей сети ж. д. с колеями 1668 мм;
- обычные поезда могут ходить по высокоскоростным линиям;

– испанская сеть ВСМ соединена с ВСМ-сетью Франции, Португалии и Германии.

• **четвертый тип** – на высокоскоростных линиях могут эксплуатироваться в том числе и обычные поезда, а на обычных линиях – ВСП. Примеры: железнодорожные системы Италии, Китая и Германии. ВСД Германии многоцентрично и хорошо интегрировано в существующую сеть (смешанный трафик). Ее особенности:

- сеть ВСМ составляет 2500 км;
- доля в общем объеме перевозок германской железной дороги около 7,5%;
- 3850 км железных дорог сети эксплуатируются как смешанные транспортные магистрали (включая грузовые перевозки);
- ВСМ соединена с сетями ВСД шести других стран;
- поезда ICE курсируют на линиях ВСД со скоростью 250–300 км/ч, на модернизированных линиях 200–230 км/ч, на обычных линиях – со скоростью до 160 км/ч.

### Технологический процесс станций на линиях смешанного высокоскоростного движения

Основой графика движения поездов являются станционные и межпоездные интервалы [15]. Они должны устанавливаться исходя из обеспечения требований безопасности движения, недопущения остановок поездов у входных светофоров раздельных пунктов или замедления хода, полного и рационального использования технических средств, применения прогрессивной технологии и передового опыта работы.

Величина станционных и межпоездных интервалов зависит от целого ряда факторов: технического оснащения прилегающих участков; плана и профиля подходов, главных путей, приемо-отправочных путей и парков раздельных пунктов; серии поездных локомотивов, обслуживающих пассажирские и грузовые поезда, категории поездов, их веса, длины и скорости движения, ограничения скоростей движения поездов по станциям и перегонам; типов стрелочных переводов; взаимного расположения приемо-отправочных путей и парков, размещения светофоров; длины станционных путей и порядка пропуска поездов через раздельные пункты (с остановкой или безостановочно).

На двухпутных железнодорожных линиях при организации движения высокоскоростных пассажирских поездов необходимо рассчитывать следующие станционные и межпоездные интервалы: попутного отправления (проследования) поездов; попутного прибытия (проследования) поездов; между поездами на перегонах; одновременного отправления и встречного прибытия поездов при враждебных маршрутах; одновременного прибытия и встречного отправления поездов при враждебных маршрутах; одновременного отправления и попутного прибытия поездов.

При сквозном пропуске по станции скоростные пассажирские поезда должны следовать по главным путям двухпутных линий. Действующим регламентом линии ВСД

Санкт-Петербург – Москва предписано, что все операции, связанные с приготовлением маршрута для пропуска скоростного пассажирского поезда, должны быть закончены не менее чем за 10 мин до его проследования.

Большая скорость движения пассажирских поездов наряду с модернизацией пути, контактной сети и устройств сигнализации централизации и блокировки (СЦБ) обуславливают новые требования к подвижному составу, в том числе к типам тормозов.

При увеличении скорости движения поездов значительно изменяются условия и характер деятельности персонала, непосредственно связанного с движением поездов. Так, при скорости движения поезда 100 км/ч (а эта скорость в начале XX в. вполне соответствовала высокой) поезд за одну секунду проходит 27 м. Машинист, увидевший на пути человека или препятствие на расстоянии около 1000 м при длине тормозного пути 800–1000 м, уже в те годы имел в распоряжении не более 2-3 секунд на принятие решения об экстренном торможении. При скорости 250 км/ч поезд проходит в секунду 69,5 м, а при 300 км/ч – 83 м. Зависимость тормозного пути высокоскоростного поезда ICE от его скорости приведена в таблице. Например, на скорости 300 км/ч длина тормозного пути при экстренном торможении составляет около 4000 м [6, 17].

Длина тормозного пути высокоскоростного поезда

Скорость, км/ч	Длина тормозного пути при служебном торможении, м
200	1900
250	3100
300	4700
330	5800
350	6700

Для сокращения времени проследования ВСП станций при сквозном пропуске по глав-

ным путям необходимо обеспечить возможность движения по стрелочным переводам без снижения скорости. Для этого применяют специальные стрелочные переводы с марками крестовины 1/11, которые обеспечивают возможность движения по прямому пути со скоростью 250 км/ч, в то время как эксплуатируемые стрелочные переводы – всего 200 км/ч. Помимо этого применяют стрелочные электроприводы ВСП-220Н с внешним замыкателем ВЗ-7. Для перевода устанавливают несколько приводов, распределенных по длине, для надежной фиксации пары остряк – рамный рельс, а также для равномерного распределения переводных усилий.

Таким образом, станции должны обеспечивать: пропуск поездов по главным путям со скоростями не ниже установленных на прилегающих перегонах; возможность приёма (в случае технической необходимости) ВСП со снижением скорости движения на приёмоотправочные пути; возможность перехода ВСП со снижением скорости движения на другой главный путь для обеспечения путевых работ («диспетчерские съезды»); временный отстой железнодорожной техники, обслуживающей путь, контактную сеть и другие сооружения и устройства участка ВСД; звуковое и световое оповещение работающих на путях и пассажиров на станциях и остановочных пунктах о подходе ВСП за 5 мин до его проследования; прием, отправление и другие операции с обычными пассажирскими и грузовыми поездами в соответствии с установленной технологией работы станции.

Схемы путевого развития отдельных пунктов должны исключать возможность самопроизвольного выхода подвижного состава на главные пути, для чего следует обеспечить наличие охранных стрелок и предохранительных тупиков. В исключительных случаях по согласованию с администрацией железной дороги допускается использование сбрасывающих башмаков или стрелок [2].

В связи с организацией ВСД на станциях, которые обеспечивали движение обычных поездов различных категорий, потребуется

реконструкция устройств СЦБ по следующим направлениям:

- замена имеющихся рельсовых цепей (РЦ) на РЦ повышенной помехозащищенности (в качестве помехозащищённых РЦ предлагается использовать автоблокировку с тональными РЦ и централизованным размещением аппаратуры тональной частоты 420, 480, 520, 720 и 780 Гц с модуляцией частотами 8 или 12 Гц);
- изменение схем увязки с автоблокировкой в связи с организацией двусторонней автоблокировки;
- изменение путевого развития и длины приемо-отправочных путей, вызывающее, как правило, изменение числа маршрутов, стрелок и РЦ; сигнализации, а также выполнение иных работ по приведению инфраструктуры участка в состояние, позволяющее организовать скоростное движение поездов по участку;
- оборудование стрелок, примыкающих к главным путям, стрелочными переводами с непрерывной поверхностью катания и как следствие – изменение схем управления этими стрелками (распаривание съездов) и добавление путевых элементов РЦ на ответвления;
- увязка с устройствами диспетчерского контроля;
- усиление замыкания стрелок;
- удлинение участков приближения для обеспечения безопасной работы алгоритмов СЖАТ на переездах, подходах к станции и на самой станции;
- переустройство длины РЦ для обеспечения устойчивого кодирования;
- оборудование станций системой оповещения монтеров пути о приближении поезда и информирования пассажиров;
- изменение норм времени отмены и искусственного размыкания (ИР) маршрутов или включение дополнительных блокировок.

### **Установка маршрутов высокоскоростным поездам на станциях линий смешанного движения**

При вводе ВСД необходимо расширить зону контроля за проследованием ВСП по станциям и перегонам:

- дежурный по станции (ДСП) контролирует освобождение станции и перегона [1, 3–5, 7, 9, 11–14] высокоскоростным поездом визуально при помощи индикации на пульте управления (свободность или занятость секций горловин станции и участков приближения/удаления);

- поездной диспетчер (ДНЦ) контролирует движение ВСП визуально при помощи изображения на мониторе автоматизированного рабочего места ДНЦ (свободность или занятость путей, участков пути, стрелочно-путевых секций горловин станции, а также участков приближения/удаления).

Как показано ранее, совмещение на действующей линии движения ВСП требует применения новых алгоритмов и увеличения временных параметров реализации функций СЖАТ. Последнее неизбежно скажется на пропускной и перерабатывающей способности участка при движении обычных поездов, поэтому для организации специальных условий работы устройств при движении ВСП необходимо предусматривать режим «скоростное движение» (СД). Для этого аппарат управления электрической централизации необходимо дополнить:

- установить кнопки «скоростное движение» и «отмена скоростного движения» по каждому из главных путей;

- предусмотреть индикацию на табло задания режима СД для соответствующих главных путей;

- исключить перевод стрелок, входящих в маршрут сквозного пропуска скоростного поезда (ходовых и охранных), до проследования поездом станции;

- осуществить окончательное замыкание маршрутов следования скоростного поезда не менее чем за два блок-участка;

- исключить возможности отмены маршрутов скоростного поезда или его искусственной разделки (ИР) без предварительной отмены режима СД.

Режим СД должен задаваться только при установке маршрута сквозного пропуска по соответствующему главному пути, причем

осигнализация маршрутов по главным путям не изменяется с введением режима СД. Приведен алгоритм задания режима высокоскоростного движения (рис. 2).

Схемы увязки должны исключать состязания и обеспечивать работоспособность станционных и перегонных устройств при скоростях свыше 160 км/ч, а именно:

- для маршрута приема – кодирование участка приближения в зависимости от сигнальных показаний входного светофора; предварительное и окончательное замыкание маршрута приема; индикация на табло о приближении поездов к станции посредством контроля свободности и занятости первого и второго участков приближения (при высоких скоростях РЦ этих участков объединятся для исключения сбоев кодирования автоматической локомотивной сигнализация (АЛС)); управление сигнальными показаниями предвходного светофора;

- для маршрута отправления – управление сигнальными показаниями выходных светофоров в зависимости от свободности первого и второго участков удаления, при высоких скоростях РЦ этих участков объединятся для исключения сбоев кодирования АЛС; индикация на табло участков удаления поездов; контроль свободности и занятости первого и второго участков удаления; усиление алгоритма размыкания секций маршрутов.

При вводе ВСД также изменяется схема управления стрелками. Она должна иметь возможности управления несколькими приводами с обеспечением контроля прижатого и отжатого положений острияков и сердечников крестовин с непрерывной поверхностью катания, контроля наличия фаз и токов нагрузки, контроля времени перевода острияков и сердечников крестовин с непрерывной поверхностью катания.

### **Размыкание маршрутов на станциях ВСД при смешанном движении поездов**

#### **Отмена маршрутов**

ДСП отменяет установленный маршрут двумя действиями [1, 3–5, 7, 9, 11–14]:

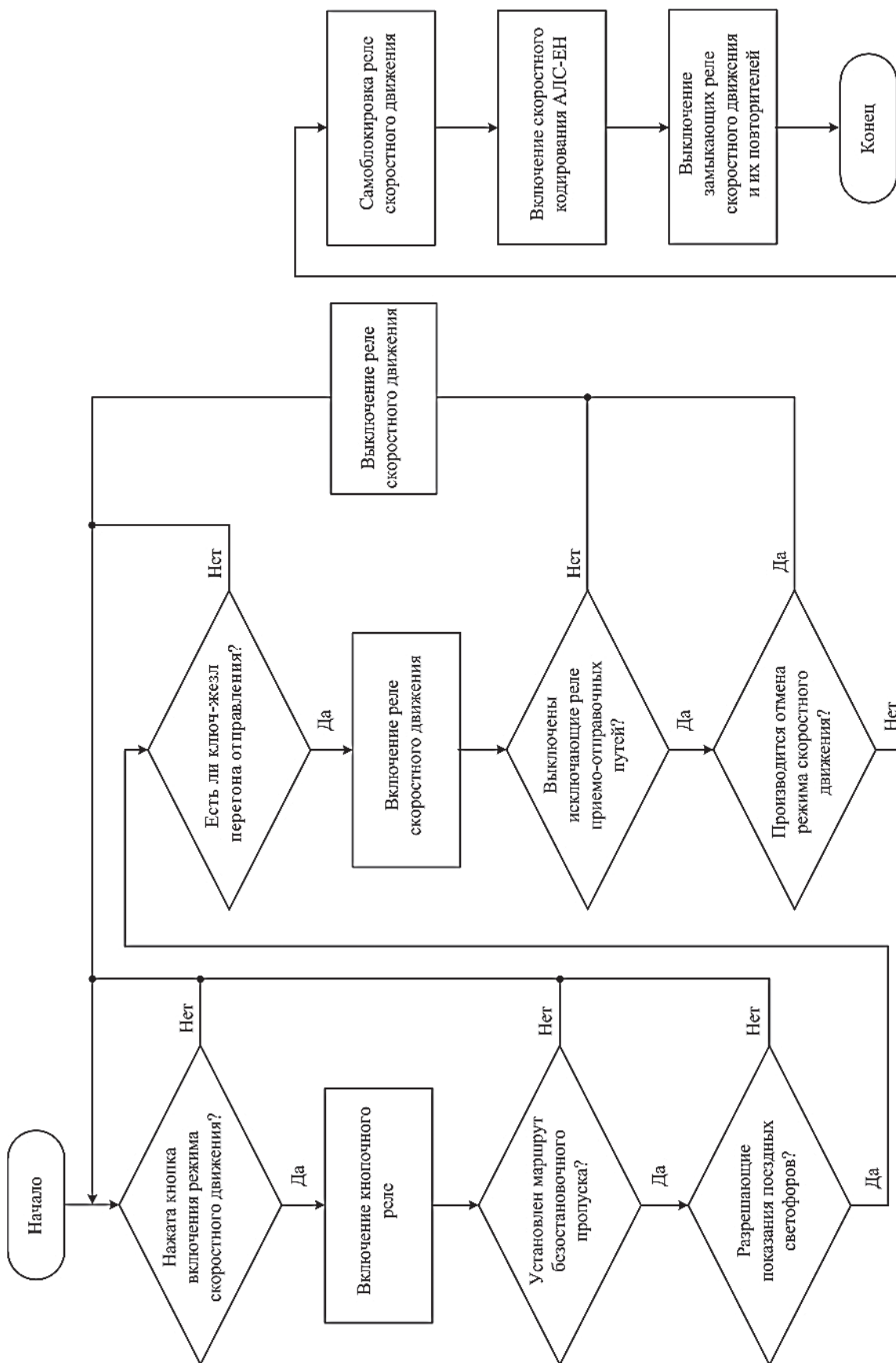


Рис. 2. Алгоритм задания режима высокоскоростного движения

1) нажатием групповой кнопки «отмена маршрута» (ОТ);

2) нажатием кнопки сигнала, ограждающего отменяемый маршрут.

После этого переключается светофор и отменяется маршрут с выдержкой времени:

- 6 с при свободном участке приближения;
- 6 мин при занятом участке приближения.

Для исключения случайной отмены маршрута на станциях ВСМ дополнительно кнопкой на пульте ДСП необходимо отменить режим СД.

Реле разделки (Р) совместно со схемами реле ОТ после выдержки времени обеспечивают автоматическую отмену маршрутов.

Для маршрутов ВСМ режим СД изменяет продолжительность выдержки времени при занятом участке приближения. Например, при отмене Р стрелочно-путевых секций Р всех секций, входящих в маршрут, соединяются последовательно, через 6 мин после выдержки времени в цепь Р подается импульс тока, что приводит к включению реле Р, а затем замыкающих реле З в стрелочных и бесстрелочных секциях маршрута ВСМ.

### Искусственная разделка

Автоматическое размыкание маршрута поездом или его отмена происходят только при исправном состоянии устройств системы электрической централизации (ЭЦ) [1, 3–5, 7, 9, 11–14]. В случае отказа (например, рельсовой цепи, системы счета осей, при неисправностях в контрольной цепи схемы управления стрелкой) размыкание маршрута или его части выполняется с помощью ИР. Этот вид размыкания относится к вспомогательным режимам управления, ДСП выполняет его под личную ответственность. Режим ИР на станциях ВСД производится следующим путём:

- ДСП последовательно нажимает кнопки ИР всех неразомкнувшихся секций маршрутов ВСМ;
- ДСП нажимает групповую кнопку ИР;

- через 6 мин выдержки размыкаются все неразомкнувшиеся секции маршрута ВСП.

### Автоматическое размыкание маршрутов поездом в режиме «скоростное движение»

Работу данного режима рассмотрим на примере системы ЭЦ-И одной из станций линии Санкт-Петербург – Москва.

Вначале задаются поездные маршруты по главным путям сквозного пропуска. Режим СД включается нажатием четной/нечетной кнопки на пульте по направлению движения соответствующего поезда, например, четного по главному пути ШП. Нажатие кнопки СД включает кнопочное реле ЗЧССК, после чего начинает мигать зеленая лампа на пульте-табло (рис. 3), сигнализирующая об активном режиме.

Замыкание фронтальных контактов реле ЗЧССК приводит к включению реле ЗЧСС и его повторителя (рис. 4) с проверкой следующих условий:

- установка маршрутов сквозного пропуска без отклонения по главным путям;
- открытие всех светофоров на разрешающее поездное показание и отсутствие для них режима автодействия по маршрутам сквозного пропуска;
- наличие ключа-железа для перегона отправления;
- отсутствие отмены маршрута.

Данное реле становится на самоблокировку при выключении З и в отсутствие команды отмены режима СД. После задания РСД включается скоростное кодирование АЛС-ЕН.

Размыкание тылового контакта реле ЗЧСС разрывает цепь питания замыкающего реле ЗЧССз, вследствие чего выключается реле ЗССз и его повторитель ЗССз1 (рис. 5).

Маршрут СД при проследовании поезда должен размыкаться после освобождения всего маршрута и выхода поезда на перегон. При проследовании поезда по маршрутам СД в освобожденные за «хвостом» поезда секции должны фиксироваться первые фазы размыка-





ния (включение 1-х маршрутных реле секций маршрута). При фиксации освобождения последней секции в последнем маршруте СД, занятия первой РЦ первого участка удаления с проверкой свободности всех секций в маршрутах СД и наличия в них 1-х фаз размыкания должны размыкаться все маршруты СД, т. е. все секции маршрутов СД. При этом с переездов, пересекающих маршруты СД, должно сниматься извещение после внесения первой фазы размыкания в секции, которую пересекает переезд при условии свободности участков приближения переездов. Данная функция реализована размыканием фронтальных контактов реле ЧСС и ССЗ в управляющей цепи блока управления стрелками.

Допускается повторное открытие светофоров на поездное показание по трассе СД вслед проходящему по станции поезду, реализующему маршрут СД, а также в случае перекрытия светофоров из-за кратковременной неисправности. При этом сохраняется режим СД: остаются дополнительное замыкание стрелок по маршрутам СД и включение скоростного кодирования на станции.

В установленных маршрутах СД при изъятии ключа-жезла перегона отправления скоростное кодирование должно выключаться, реле ЧСС – обесточиваться (АЛС-ЕН коды ограничивают максимальную скорость движения до 160 км/ч).

Повторное включение скоростного кодирования возможно после установки ключа-жезла и повторного задания режима СД.

Отмена неиспользованного маршрута ВСП или ИР его секций возможна только после отмены режима СД. Режим СД должен отменяться одновременно для всех маршрутов СД заданного направления с выдержкой времени 180 с независимо от состояния участка приближения. Производится нажатием кнопки, фронтальные контакты которой замыкают цепь включения реле ЧССОТ. Размыкание тыловых контактов этого реле обрывает цепь самоблокировки ЧСС, а также подключает блок выдержки времени к реле ЧССВ (рис. 6). Данное реле включается через 3 мин и своими фронтальными контактами включает З. Поездные светофоры могут перекрыть маршруты СД в любой момент. При этом отмена режима

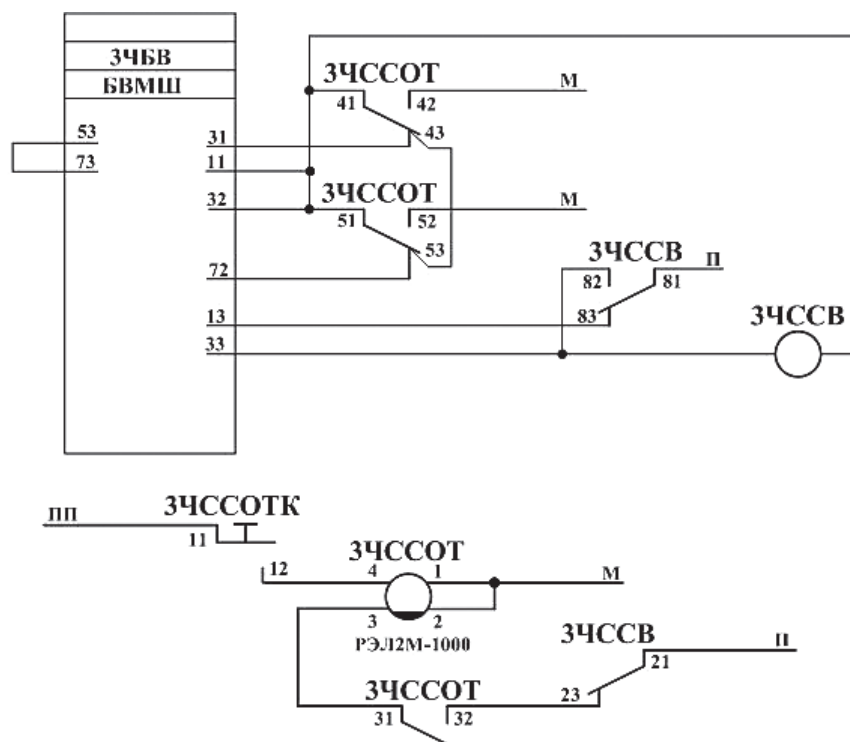


Рис. 6. Схема отмены режима скоростного движения

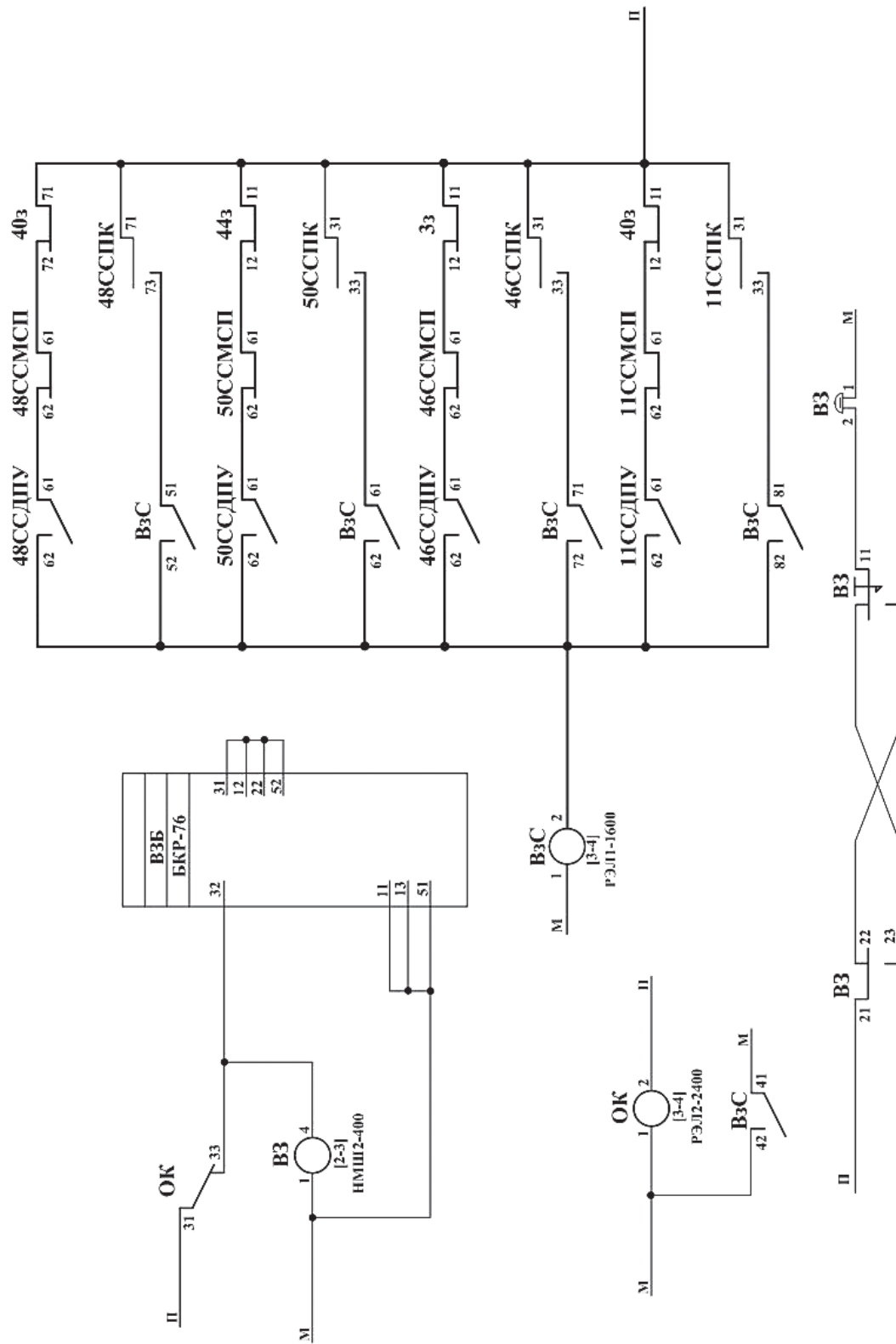


Рис. 7. Схема включения реле взреза

СД не запускается и скоростное кодирование не выключается.

Также в схему комплекта выдержки времени введены контакты З ЧССЗ, соответствующие полюса ЧСИВ и ЧСВВ для обеспечения отмены и ИР маршрутов в скоростном режиме.

В цепи включения сигнальных реле исключается перекрытие сигнала при срабатывании УКСПС, данные контакты шунтируются фронтными контактами реле ЧСС.

Дополнительно строится схема реле контроля взреза ВЗС для стрелок, участвующих в маршрутах скоростного движения (рис. 7). В цепи включения данного реле проверяются дополнительные условия безопасности, например, положения сбрасывающих стрелок. При нарушении любого из условий включается реле ВЗС, которое включает реле отсутствия контроля ОК. Данное реле отключает полюс питания в цепи включения реле ВЗ, в результате чего, спустя время замедления блока БКР-76, выключается реле ВЗ и звенит звонок взреза.

Помимо этого, кодирование АЛСН дополняется кодами АЛС-ЕН, которые применяются при скоростях движения свыше 140 км/ч и включенном скоростном режиме. Устанавливаются блоки ФС-ЕН, при этом если ранее эксплуатировались блоки ФСС, то они также заменяются на ФС-ЕН. Система АЛС-ЕН предназначена для передачи с пути на локомотив следующей информации:

- числа свободных блок-участков (до шести) впереди поезда;
- скорости проследования очередного светофора (16 градаций от 0 до 200 км/ч);
- длины лежащего впереди блок-участка (два значения – больше или меньше тормозного пути нормативного поезда);
- о пути, по которому движется поезд по перегону (главный путь станции или отклонение на боковой);
- о приближении поезда к закрытому светофору;
- о движении поезда по пригласительному сигналу;

- номера пути (четный или нечетный);
- четный или нечетный блок-участок данного пути.

## Заключение

Строительство линии ВСМ приводит к повышению социально-экономической эффективности государства, повышению престижа страны. Мировая практика показала два основных пути решения проблемы повышения скоростей: организация скоростного движения на существующих линиях или строительство специализированных ВСМ.

Реконструкция существующих железнодорожных линий со смешанным движением позволяет поднять скорости движения поездов до 250 км/ч путем модернизации инфраструктуры, прежде всего, СЖАТ. Для этого следует предусмотреть режим «скоростное движение», который, изменяя временные параметры функций систем ЭЦ, обеспечивает требуемые показатели безопасности и работоспособности алгоритмов, компенсирует рост скоростей движения дополнительными временными задержками в системе управления.

## Библиографический список

1. Белязо И. А. Маршрутно-релейная централизация / И. А. Белязо, В. Р. Дмитриев, Е. В. Никитина и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1974. – 320 с.
2. ВСН 448-Н Инфраструктура высокоскоростной железнодорожной линии Ташкент – Самарканд. Общие технические требования. – Ташкент: ГАЖК «УТЙ», 2010. – 58 с.
3. Казаков А. А. Релейная централизация стрелок и сигналов : учеб. для техникумов ж.-д. трансп. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1984. – 312 с.
4. Казаков А. А. Системы автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте : пособие по дипломному проектированию для техникумов

ж.-д. трансп. / А. А. Казаков, В. Д. Бубнов, Е. А. Казаков, В. И. Белов. – М. : Транспорт, 1988. – 230 с.

5. Казаков А. А. Станционные устройства автоматики и телемеханики : учеб. для техникумов ж.-д. трансп. / А. А. Казаков, В. Д. Бубнов, Е. А. Казаков. – М. : Транспорт, 1990. – 431 с.

6. Киселёв И. П. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс. В 2 т. / И. П. Киселёв и др. ; под ред. И. П. Киселёва. – М. : УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте, 2014. – Т. 1. – 308 с. ; т. 2. – 372 с.

7. Кононов В. А. Основы проектирования электрической централизации промежуточных станций : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. А. Кононов, А. А. Лыков, А. Б. Никитин ; под ред. В. А. Кононова. – М. : УМК МПС России, 2003. – 316 с.

8. Концепция организации высокоскоростного движения пассажирских поездов в Узбекистане Участок Ташкент – Самарканд / Головной проектно-изыскательский ин-т по транспорту ОАО «Boshtransloyiha». – Ташкент : ГАЖК «УТЙ», 2010. – 89 с.

9. Кравцов Ю. А. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. для вузов / Ю. А. Кравцов, В. Л. Нестерев, Г. Ф. Лекута ; под ред. Ю. А. Кравцова. – М. : Транспорт, 1996. – 400 с.

10. Мёллер Д. Лекция № 8 «Примеры проектов высокоскоростных магистралей, социально-экономические аспекты» / Д. Мёллер. – М. : МИИТ. – 91 с.

11. Переборов А. С. Телеуправление стрелками и сигналами : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. С. Переборов, А. М. Брылеев, В. Ю. Ефимов и др. ; под ред. А. С. Переборова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1981. – 390 с.

12. Петров А. Ф. Схемы электрической централизации промежуточных станций / А. Ф. Петров, Л. П. Цейко, И. М. Ивенский. – М. : Транспорт, 1987. – 297 с.

13. Сапожников Вл. В. Микропроцессорные системы централизации : учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / Вл. В. Сапожников и др. ; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2008. – 398 с.

14. Сапожников Вл. В. Станционные системы автоматики и телемеханики : учеб. для вузов ж.-д.

трансп. / Вл. В. Сапожников, Б. Н. Елкин, И. М. Кокурин и др. ; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : Транспорт, 1997. – 432 с.

15. Сапожников Вл. В. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики / Вл. В. Сапожников. – М. : Транспорт, 2006. – 247 с.

16. Якунин В. И. В будущее России – с высокой скоростью : моногр. / В. И. Якунин. – М. : Научный эксперт, 2012. – 216 с.

17. Research & Development // High speed rail. Fast track to sustainable mobility. – Paris, 2010. – P. 28–29.

## References

1. Belyazo I. A., Dmitriyev V. R., Nikitina Ye. V., Oshurkov I. S. & Pestrikov A. N. Marshrutno-releynaya tsentralizatsiya [Route Control Interlocking System]. Moscow, Transport, 1974. 320 p.

2. VSN 448-N Infrastruktura vysokoskorostnoy zheleznodorozhnoy linii Tashkent – Samarkand. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya [VSN 448-N Infrastructure of Tashkent – Samarkand High-speed Railway Line. General Technical Requirements]. Tashkent, GAZhK UTU, 2010. 58 p.

3. Kazakov A. A. Releynaya tsentralizatsiya strelki i signalov: uchebnyy dlya tekhnikumov zheleznodorozhnogo transporta [Relay Interlocking of Switches and Signals: A Course Guide for Railway Technical Schools]. Moscow, Transport, 1984. 312 p.

4. Kazakov A. A., Bubnov V. D., Kazakov Ye. A. & Belov V. I. Sistemy avtomatiki i telemekhaniki na zheleznodorozhnom transporte: posobiye po diplomnomu proyektirovaniyu dlya tekhnikumov zheleznodorozhnogo transporta [Automatics and Telemechanics Systems in Railway Transport: A Manual for Graduation Projects for Railway Technical Schools]. Moscow, Transport, 1988. 230 p.

5. Kazakov A. A., Bubnov V. D. & Kazakov Ye. A. Stantsionnyye ustroystva avtomatiki i telemekhaniki: uchebnyy dlya tekhnikumov zheleznodorozhnogo transporta [Automatics and Telemechanics Station Devices: Study Book for Railway Technical Schools]. Moscow, Transport, 1990. 431 p.

6. Kiselev I. P. et al. Vysokoskorostnoy zheleznuy transport. Obshchiy kurs. Uchebnoye posobiye [High-speed Rail Transport. General Course. Study Guide].

Vols. 1–2. Ed. I. P. Kiselev. Moscow, UMTs po obrazovaniyu na zhelezнодорожном транспорте, 2014. Vol. 1. 312 p., Vol. 2. 372 p.

7. Kononov V. A., Lykov A. A. & Nikitin A. B. Osnovy proyektirovaniya elektricheskoy tseentralizatsii promezhutochnykh stantsiy: uchebnoye posobiye po diplomnomu proyektirovaniyu dlya tekhnikumov zhelezнодорожного транспорта [Basics of Designing Interlocking at Through Stations: A Manual for Graduation Projects for Railway Technical Schools]; ed. V. A. Kononov. Moscow, UMK MPS Rossii, 2003. 316 p.

8. Kontseptiya organizatsii vysokoskorostnogo dvizheniya passazhirskikh poyezdov v Uzbekistane. Uchastok Tashkent – Samarkand [Concept for Development of High-speed Passenger Train Traffic in Uzbekistan Railways. Tashkent – Samarkand Section], OAO Boshtransloyiha. Tashkent, GAZhK UTY, 2010. 89 p.

9. Kravtsov Yu. A., Nesterev V. L. & Lektora G. F. Sistemy zhelezнодорожной автоматiki i telemekhaniki: uchebnik dlya vuzov [Railway Automatics and Telematics Systems: Univ. Course Book]; ed. Yu. A. Kravtsov. Moscow, Transport, 1996. 400 p.

10. Meller D. Lektsiya No. 8: Primery proyektov vysokoskorostnykh magistralei, sotsialno-ekonomicheskiye aspekty [Lecture No. 8: Examples of High-speed Line Projects, Socioeconomic Aspects]. Moscow, MIIT. 91 p.

11. Pereborov A. S., Bryleyev A. M., Yefimov V. Yu., Kokurin I. M. & Kondratenko L. F. Teleprav-

leniye strelkami i signalami: uchebnik dlya vuzov zhelezнодорожного транспорта [Remote Control of Switches and Signals: Railway Univ. Course Book]; ed. A. S. Pereborov. Moscow, Transport, 1981. 390 p.

12. Petrov A. F., Tseyko L. P. & Ivenskiy I. M. Skhemy elektricheskoy tseentralizatsii promezhutochnykh stantsiy [Electric Interlocking Schemes for Through Stations]. Moscow, Transport, 1987. 297 p.

13. Sapozhnikov V. V. et al. Mikroprotsessornyye sistemy tseentralizatsii: uchebnik dlya tekhnikumov i kolledzhey zhelezнодорожного транспорта [Microprocessor-based Interlocking Systems: Course Guide for Railway Technical Schools and Colleges]; ed. V. V. Sapozhnikov. Moscow, UMTs po obrazovaniyu na zhelezнодорожном транспорте, 2008. 398 p.

14. Sapozhnikov V. V., Yelkin B. N., Kokurin I. M. et al. Stantsionnyye sistemy avtomatiki i telemekhaniki: uchebnik dlya vuzov zhelezнодорожного транспорта [Station Automatics and Telematics Systems: Univ. Course Book]; ed. V. V. Sapozhnikov. Moscow, Transport, 1997. 432 p.

15. Sapozhnikov V. V. Ekspuatatsionnyye osnovy avtomatiki i telemekhaniki [Automatics and Telematics Operational Basics]. Moscow, Transport, 2006. 247 p.

16. Yakunin V. I. V budushcheye Rossii – s vysokoy skorostyu: monografiya [At High Speed into Russia's Future: monogr.]. Moscow, Nauchnyy ekspert, 2012. 216 p.

17. Research & Development. *High speed rail. Fast track to sustainable mobility*. Paris, 2010. Pp. 28-29.

НИКИТИН Александр Борисович – доктор техн. наук, профессор, nikitin@crtc.spb.ru; \*БОЛТАЕВ Суннатилло Туймуродович – аспирант, bstqqa@yandex.ru; ГЛЫБОВСКИЙ Артём Михайлович – студент, a.glybovsky@gmail.com (Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I).