

УДК 656.259.12

А. Б. Никитин, С. Т. Болтаев**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТАНЦИОННЫХ ПЕРЕЕЗДАХ
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ЛИНИЯХ**

Дата поступления: 06.04.2016

Решение о публикации: 14.04.2016

Цель: Выявить способы обеспечения безопасности станционных переездов при высокоскоростном движении (ВСД) на станциях линий высокоскоростных магистралей. **Методы:** Применен метод математического моделирования параметров переездной сигнализации на основе модели движения высокоскоростного поезда (ВСП). **Результаты:** Рассмотрены вопросы особенностей оборудования переездов на станциях при вводе высокоскоростного движения на действующих линиях. Оценено обеспечение длины извещения к переездам при ВСД при регламентном извещении. Приведены характеристики особенностей реализации технологических функций электрической централизации на станциях для ВСД при установке маршрутов в режимах «скоростное движение» и «обычное движение», которые влияют на работу станционных переездов. Выявлено, что для подачи извещения на переезд о приближении ВСП требуется удлинить участок приближения или упреждающего закрытия переезда организационными мероприятиями. **Практическая значимость:** Использование микропроцессорных устройств переездной автоматики, реализующих адаптивные алгоритмы заграждения с учетом динамики и маршрутов движения ВСП по станции, предусматривает взаимную зависимость переездных устройств и систем интервального регулирования движения поездов, что позволит сократить скопление автотранспорта, пешеходов и, следовательно, уменьшит количество нарушений на станционных переездах.

Станционный переезд, длина участка извещения, время извещения, высокоскоростная магистраль, высокоскоростное движение, станция, маршрут, смешанные линии, стрелка, электрическая централизация, скоростное движение, высокоскоростной поезд.

Alexander B. Nikitin, D. Eng., professor, nikitin@crtc.spb.ru; ***Sunnatillo T. Boltaev**, postgraduate student, bstqqa@yandex.ru (Petersburg State Transport University) ENSURING SAFETY AT STATION LEVEL CROSSINGS WHEN ORGANISING HIGH-SPEED TRAFFIC ON EXISTING LINES

Objective: To identify methods for ensuring safety of station level crossings under high-speed traffic at high-speed line stations. **Methods:** Method of mathematical simulation of parameters of level crossing signalling system based on high-speed train movement simulation was applied. **Results:** Issues of specific features of equipping level crossings at stations when introducing high-speed traffic on existing lines were considered. Ensuring length of a notice track at crossings for high-speed traffic, compared to regulation notice length. Characteristics of specific features of realisation of interlocking technological functions at stations for high-speed traffic when settling out routes in “high-speed” and “regular movement” modes which affect the operation of station level crossings. It was established that to provide notice of an approaching high-speed train it is required to increase the length of approach section or of pre-emptive closure of a crossing by administrative measures. **Practical importance:** Use of microprocessor-based automatic level crossing signalling system which realise adaptive algorithms of setting up barriers whilst taking into account dynamics and routes of high-speed train around the station presumes mutual dependency of crossing lights and barriers and train separation systems, which would allow to reduce

build-up of car transport and pedestrians, and thus reduce the number of violations at station level crossings.

Station level crossing, length of the notice track, time of notification, high-speed line, fast traffic, station, route, hybrid lines, switch, interlocking, high-speed traffic, high-speed train.

Проблема железнодорожных переездов актуальна для всех промышленно развитых стран. Пересечения железнодорожных путей и автомобильных дорог на одном уровне – наиболее сложные и опасные элементы транспортной сети. Они влияют на эффективность эксплуатации автомобильного и железнодорожного транспорта в целом [8]: для них характерны непроизводительные простои автотранспорта, но самой большой проблемой остаются дорожно-транспортные происшествия на переездах, в том числе с особо тяжкими последствиями. Например, на железных дорогах Узбекистана имеется около 580 мест, где пересекаются железные и автомобильные дороги, 28% из них – охраняемые переезды. В 2014 г. на переездах Республики Узбекистан погибли 6 человек, произошло 30 столкновений поездов с автомобилями: в Наманганской области 3 (10%), в Ташкентской – 2 (6%), в Самаркандской – 4 (13%), в Ферганской – 2 (7%), в Сурхандарьинской – 6 (20%), в Кашкадарьинской – 5 (17%), в Навоийской – 1 (3%), в Андижанской – 3 (10%), в Хорезмской – 2 (7%), в Республике Каракалпакстан – 2 (7%) [5].

Особенности оборудования переездов на станциях при вводе высокоскоростного движения (ВСД) на действующих линиях

Сегодня на железных дорогах Узбекистана не в полной мере обеспечивается безопасность движения поездов на перегонных и станционных переездах, в частности, на переездах, где обращаются высокоскоростные поезда (ВСП) при смешанном движении. Например, на высокоскоростной линии Ташкент – Самарканд имеется 34 точки пересечений, вклю-

чая устройства сигнализации на пешеходных переходах. В этом случае предусмотрен ряд дополнительных требований к переездам: все неохраняемые переезды переоборудуются в охраняемые, дополняются автоматическими шлагбаумами, устройствами ограждения переезда (УЗП), средствами технологической связи с дежурным по станции и поездной радиосвязью [5, 7]. Кроме того, дежурный по переезду или работник, выполняющий его обязанности, должен находиться в здании переездного поста, в круг его обязанностей входит контроль и обеспечение безопасности при пропуске скоростных и высокоскоростных поездов, при этом переездный пост должен обеспечивать необходимую видимость подвижного состава. До переустройства пересечения в разных уровнях обязательным требованием является обеспечение принудительного закрытия переезда дежурным работником не менее чем за 10 мин до проследования скоростного поезда, при этом дополнительно вся проезжая часть дороги перекрывается техническими шлагбаумами, запираемыми на замок. В самих системах управления осуществляется дистанционный контроль управления переездными устройствами и открытого/закрытого состояния, включая мониторинг и диагностику переездной автоматики. Также переезд дополняется прожекторами и системой видеонаблюдения, а для оповещения пешеходов о приближении кроме световой сигнализации также включается сирена (рис. 1).

Переезды, расположенные в горловинах станций, как правило, пересекают несколько железнодорожных путей, что усложняет конструкцию дорожного покрытия в зоне переезда. Это, в свою очередь, приводит к снижению скорости автотранспорта при пересечении переезда и, следовательно, к увеличению длины

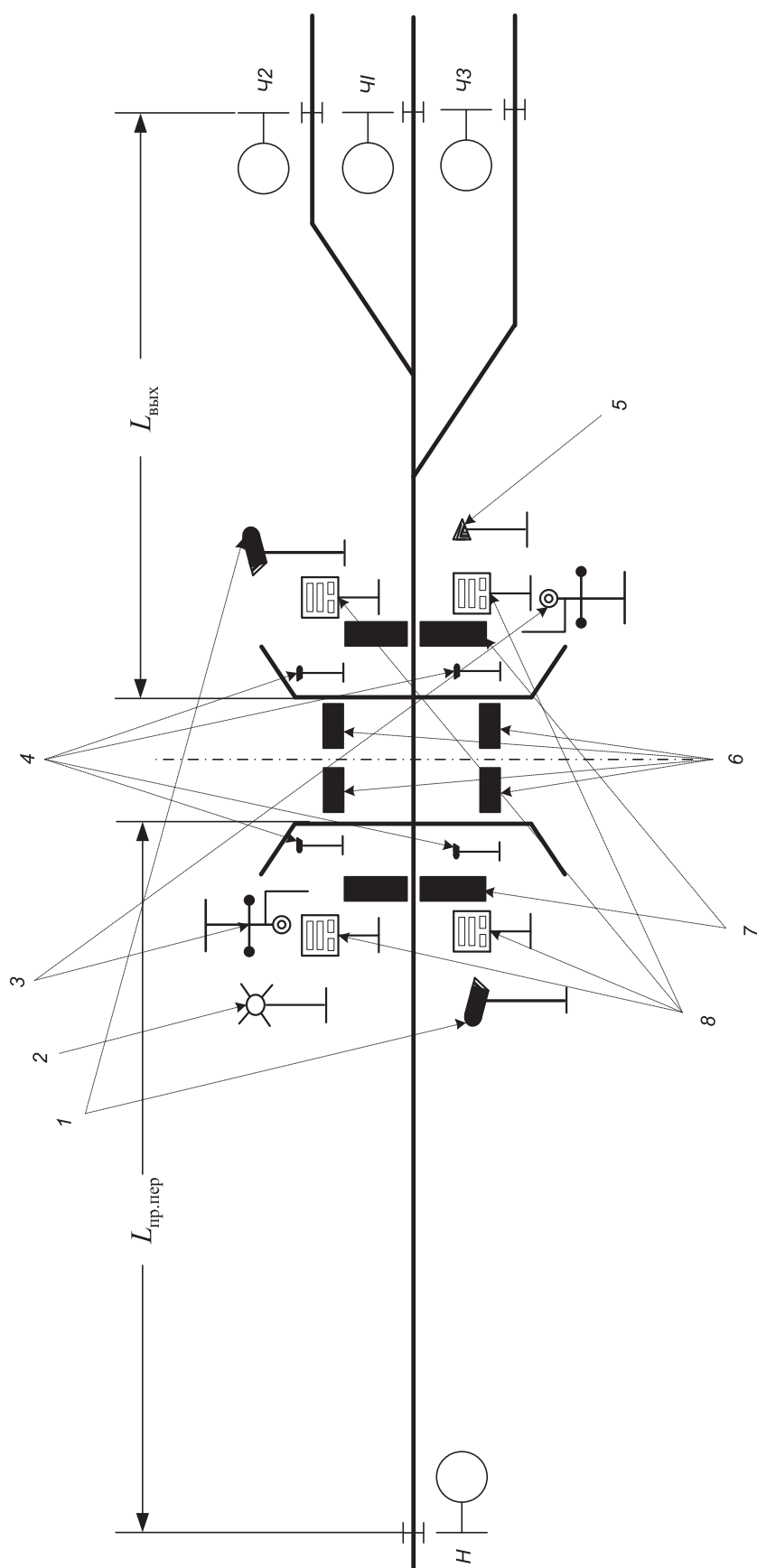


Рис. 1. Оснащение станционного переезда на линиях с ВСД:

- 1 – видеокамеры для записи передвижения автотранспорта, пешеходов и поездов; 2 – прожектор освещения переезда;
 3 – проездные светофоры и автошлагбаумы; 4 – локаторы, сигнализирующие об отсутствии автотранспорта; 5 – прибор звукового оповещения (сирена); 6 – УЗП; 7 – пешеходные переходы; 8 – электронные информационные табло

участка приближения и времени извещения, а значит, к непроизводительным простоям автомобильного транспорта [10]. Для определения фактической скорости поезда на переезде устанавливается переездное автоматическое контрольное устройство, которое срабатывает при проходе поезда.

На рис. 1 приведен пример оснащения техническими средствами заграждения и контроля станционного переезда.

Станции высокоскоростной магистрали (ВСМ), имеющие переезды, отличаются от обычных линий, имеющих железнодорожные переезды, алгоритмом установки маршрутов. Маршруты на станции, находящейся на линиях ВСМ, устанавливаются следующим образом:

- в режиме электрической централизации (ЭЦ) «обычное движение» занятость участка приближения к станционному переезду не всегда означает, что его необходимо закрыть, например, если приёмо-отправочный путь, являющийся участком приближения к переезду, занят стоящим составом. Поскольку поездные и маневровые передвижения по станциям маршрутизируются, извещение на закрытие переезда должно подаваться с открытием соответствующего светофора, разрешающего движение поезда через переезд. Однако в этом случае начавший движение поезд может оказаться в зоне переезда слишком рано, т. е. до его освобождения автотранспортом. Кроме того, иногда передвижение по станции производится без открытия сигналов, например, при неисправностях устройств сигнализации централизации и блокировки [10]. Участками приближения к переезду могут быть как главные, так и боковые приёмо-отправочные пути, скорости движения по которым неодинаковы, поэтому их длина для разных станционных путей может существенно различаться. Для исключения дополнительного простоя автотранспорта на таких переездах это необходимо учитывать;

- в режиме ЭЦ «скоростное движение» на станциях закрытие переезда не связано с занятостью участка приближения. Организационно предусмотрено его закрытие за 10 мин до

прихода ВСП к переезду, если скорость ВСП не превышает 250 км/ч, и за 15 мин, если скорость ВСП свыше 250 км/ч, чтобы обеспечить безопасность безостановочного пропуска ВСП через станцию (табл. 1, 2, рис. 1).

Обеспечение длины извещения к переездам при ВСД

Обеспечение длины извещения к переездам при смешанном движении зависит от скорости ВСП и времени извещения для переезда. Скорость ВСП, скоростных и других видов поездов при этом берётся по максимальному значению. Максимальные скорости движения поездов на участке в разных направлениях могут быть неодинаковыми, отдельно рассчитывается длина нечётного $L_{\text{пр.пер}}$ и чётного $L_{\text{вых}}$ участков приближения к переезду. На рис. 1 для расчёта длины извещения к переезду чётной стороны следует учитывать марки крестовин стрелочных переводов.

Максимальной скоростью при движении поездов по стрелочным переводам с отклонением принимается 50 км/ч для переводов марки 1/11, 80 км/ч – марки 1/18, 180 км/ч – марки 1/46 [6, 10]. На линиях ВСМ сквозной пропуск ВСП на станциях (разъездах) производится по главным путям без отклонения по стрелкам с предельными скоростями для переводов марки 1/11 – 250 км/ч, марки 1/46 – 400 км/ч. Если при этом в маршруте имеются стрелочные переводы разных типов, по которым происходит движение с отклонением, то для расчётов принимается большее значение скорости.

Исходя из разных скоростей приближения поезда к переезду, расчётная длина участка извещения на переезд рассчитывается следующим образом [3, 9, 12]:

- расчётная длина участка извещения к переезду при движении поезда для равномерного движения определяется по формуле

$$l^p = \frac{v_x \cdot t_c^p}{3,6}, \text{ м,}$$

ТАБЛИЦА 1. Расчётная длина участка извещения при движении со скоростью 160–250 км/ч при времени извещения 600 с

Максимальная скорость ВСП, км/ч	Длина извещения, м
160	26 666,67
170	28 333,33
180	30 000,00
190	31 666,67
200	33 333,33
210	35 000,00
220	36 666,67
230	38 333,33
240	40 000,00
250	41 666,67

ТАБЛИЦА 2. Расчётная длина участка извещения при движении со скоростью 260–400 км/ч при времени извещения 900 с

Максимальная скорость ВСП, км/ч	Длина извещения, м
260	65 000
270	67 500
280	70 000
290	72 500
300	75 000
310	77 500
320	80 000
330	82 500
340	85 000
350	87 500
360	90 000
370	92 500
380	95 000
390	97 500
400	100 000

где t_c^p – расчётное время извещения о приближении поезда к переезду, с; v_x – скорость движения поездов через станцию по главному пути v_p , либо по боковому пути v_6 , либо по стрелочному переводу с отклонением $v_{стр}$, либо скорость маневровых передвижений v_m ;

• расчётная длина участка извещения к переезду при движении для равноускоренного движения определяется по формуле

$$l^p = \frac{v_n \cdot t_c^p}{3,6} + \frac{a \cdot t_c^{p2}}{2}, \text{ м,}$$

где v_n – начальная скорость движения; a – ускорение локомотива.

В методических указаниях по расчёту параметров работы переездной сигнализации И-276-00 [9] приняты следующие допущения для упрощения расчётов по определению длины участков извещения к переезду в тех случаях, когда в пределах этого участка имеются зоны с различными максимальными скоростями движения [3, 12]:

• расчёты выполняются для короткой подвижной единицы (одиночного локомотива), движущейся с максимально допустимой скоростью (до 140 км/ч);

• при переходе подвижной единицы на участок с меньшей допустимой скоростью изменение скорости принимается мгновенным;

• при переходе подвижной единицы на участок с большей допускаемой скоростью набор скорости происходит до её большего значения по условиям равноускоренного движения с ускорением: грузовые поезда – 0,1–0,4 м/с², пассажирские поезда – 0,3–0,6 м/с², электропоезда – 0,5–0,8 м/с², высокоскоростные поезда – 0,8–1,5 м/с²;

• при наличии нескольких вариантов маршрута от светофора до переезда для расчёта длины участка извещения принимается маршрут с наименьшим временем движения до переезда, т. е. допускающим движение с большей скоростью, а при равных скоростях – маршрут меньшей протяжённости;

- при движении по стрелочным участкам с отклонением по стрелочным переводам скорость $V_{стр}$ учитывается начиная от остряка первого в маршруте противошерстного отклоняющего стрелочного перевода или предельного столбика пошерстного перевода до выхода на главный (боковой) путь или их продолжения;

- если при движении по стрелочной горловине между двумя участками со скоростью $V_{стр}$ имеется участок с большей допустимой скоростью длиной не более 200 м, то возможность увеличения скорости движения на этом участке не учитывается.

При вводе ВСД на станции, особенно когда на ней находится АПС, возникает вопрос, как обеспечить безопасное время извещения и длину участка извещения. Для этого необходимо знать скорость движения ВСП по станции. Если скорость ВСП находится в диапазоне 160–250 км/ч, то время извещения для переезда, находящегося на границе станции, составит 10 мин: именно столько времени необходимо для установки маршрута ВСП на станциях. Если же скорость ВСП 260–400 км/ч, то время установки маршрута ВСП составляет 15 мин. Следует также отметить, что при скорости движения свыше 260 км/ч время извещения увеличивается. Длина участ-

ка извещения приближения к переезду представлена на рис. 2.

При этом необходимо обеспечить кодирование рельсовых цепей и работоспособность локомотивной сигнализации во всем диапазоне допустимых скоростей ВСП при движении поезда на станциях. Анализируя кодирование рельсовых цепей, на ВСМ следует предварительно включать кодирование рельсовой цепи, когда частоты сигнального тока и тока кодов автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) не совпадают [4]. На скорости до 400 км/ч в пределах участка ВСД должна применяться система АЛС с использованием радиоканала (АЛСР). Однако оснащение подвижного состава и новое строительство цифровой радиосвязи для перехода на АЛСР требует больших капиталовложений. На действующих линиях при скорости до 250 км/ч рекомендуется использовать систему АЛС-ЕН, резервированную системой АЛСН [2].

Институт «Гипротрансигналсвязь» разработал типовые материалы для проектирования (ТМП) 4107030 ТМП «Переездная сигнализация с использованием аппаратуры счета осей для всех видов тяги и путевой блокировки». При этом были использованы документы, разработанные совместно специалистами ВНТЦ «Уралжелдоравтоматизация»

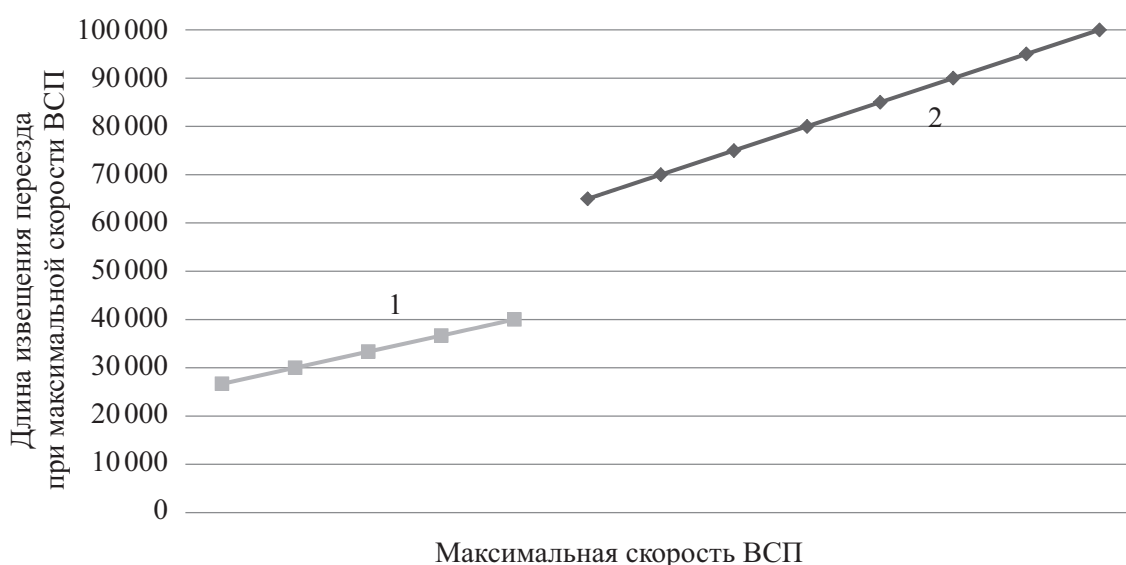


Рис. 2. Длина извещения переезда при времени извещения 600 с (1) и 900 с (2)

и УО ВНИИЖТ. Это технические решения «Система микропроцессорной переездной сигнализации без дежурного работника» (АПС МП-Н) и «Микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация с резервированием основных элементов» (АПС–МПР). Применяемая в них сертифицированная аппаратура счета осей подвижного состава СКП «Урал» также разработана этими организациями.

В проекте используются типовые принципиальные и монтажные схемы релейных шкафов. Для всех типов переездов, для которых разработаны ТМП, в том числе для расположенных вблизи станций, где станционные пути одновременно являются и участками приближения. В связи с этим процесс проектирования упрощается и сводится к расчёту длины участков приближения, к размещению оборудования переездной сигнализации, к проектированию кабельной сети, цепей увязки со станционными устройствами, линейными цепями на участках с автоматической блокировкой [11, 13–17].

С целью повышения дисциплины водителей на переездах в настоящее время также вводится аппаратно-программный комплекс автоматической видеофиксации и идентификации государственных регистрационных знаков транспортных средств «АвтоУраган», разработанный компанией «Технологии Распознавания» (см. рис. 1). Комплекс автоматически фиксирует номера всех автомобилей, пересекающих железнодорожные пути на красный свет, и присваивает им статус нарушителей. Для автоматически формируемого постановления о нарушении сохраняется стандартный набор данных: время, дата и место фиксации, направление движения, распознанный номер, фотография автомобиля-нарушителя и отдельно – фотография его регистрационного знака. В постановление так же автоматически вносятся адресные данные владельца автомобиля-нарушителя. Видеофрагмент нарушения сохраняется и может быть предоставлен в качестве доказательства [1].

Заключение

Большинство случаев нарушений безопасности на переездах происходит из-за человеческого фактора. В целях обеспечения безопасности движения на линиях ВСД необходимы дополнительные меры (дооснащение УЗП устройствами видеонаблюдения, противотаранными барьерами и др.).

Подача извещения на переезд о приближении ВСП требует удлинения участка приближения или организационно упреждающего закрытия переезда. При этом регламентированное время заблаговременного ограждения переезда (закрытие за 10 мин до прихода ВСП к переезду, если его скорость не превышает 250 км/ч, и за 15 мин, если его скорость выше 250 км/ч) обеспечивает безопасность движения через переезд, но при этом возрастают простои автотранспорта, прежде всего, при движении ВСП с отклонениями по стрелкам. Целесообразно использовать микропроцессорные устройства переездной автоматики, реализующие адаптивные алгоритмы ограждения с учетом динамики и маршрутов движения ВСП по станции, а также предусматривать взаимную зависимость переездных устройств и систем интервального регулирования движения поездов.

Библиографический список

1. «АвтоУраган» снижает количество ДТП на железнодорожных переездах // Наука и транспорт. – 2013. – № 2 (6). – С. 37.
2. Болтаев С. Т. Особенности кодирования автоматической локомотивной сигнализации при вводе смешанного высокоскоростного движения на станциях / С. Т. Болтаев // V междунар. науч.-практич. конф. «Интеллектуальные системы на транспорте» (ИнтеллектТранс-2015). – СПб., 2015. – С. 373–379.
3. Василенко М. Н. Автоматизация расчета параметров перегонной переездной сигнализации / М. Н. Василенко, Т. А. Тележенко, С. И. Валиев // Изв. ПГУПС. – 2010. – Вып. 3. – С. 53–61.

4. Воронин В. А. И снова о сбоях АЛСН на станционных путях / В. А. Воронин, С. В. Шеметов // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 3. – С. 20–21.

5. За прошедший год случилось 30 столкновений поездов с автомобилями. – URL : <http://uz24.uz/society/za-proshedshiy-god-sluchilosy-30-stolknoveniy-poezdov-s-avtomobilyami> (дата обращения 02.06.2015).

6. Киселёв И. П. Высокоскоростной железный транспорт. Общий курс : учеб. пособие : В 2 т. / И. П. Киселёв и др. ; под ред. И. П. Киселёва. – М. : УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте, 2014. – Т. 1. – 312 с.

7. Концепция развития скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов на железных дорогах Узбекистана / ОАО «Боштранслайха». – Ташкент, 2010. – 89 с.

8. Поздняков В. А. Безопасность на железнодорожных переездах / В. А. Поздняков, Ю. А. Тюпкин. – URL : <http://www.css-rzd.ru/zdm/03-2000/00039.htm>.

9. Расчёт параметров работы переездной сигнализации : методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-276-00. – М. : ГТСС, 2000. – 36 с.

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

11. Соловьев А. Л. Микропроцессорная переездная сигнализация с аппаратурой счета осей / А. Л. Соловьев, В. А. Чеблаков, А. Ф. Петров // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – № 6. – С. 2–5.

12. Тележенко Т. А. Особенности расчета параметров станционных переездов / Т. А. Тележенко // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 6. – С. 27–29; № 8. – С. 20–23.

13. Технические решения система микропроцессорной автоматической переездной сигнализации для переездов без дежурного работника (АПС МН-Н) УЖДА-04-02 ТР. – Екатеринбург, 2005. – 17 с.

14. Чеблаков В. А. Новые системы переездной сигнализации / В. А. Чеблаков, В. А. Шевцов // Автоматика, связь, информатика. – 2014. – № 14. – С. 6–8.

15. Щиголов С. А. Микропроцессорная система автоматической переездной сигнализации АПС-МП-М / С. А. Щиголов, А. В. Кондакова // РСП-Эксперт. – 2014. – № 2. – С. 22–23.

16. Щиголов С. А. Проблемам транспорта комплексное решение / С. А. Щиголов // Евразия Вести. – 2010. – № 12. – С. 20.

17. Щиголов С. А. Путевые датчики для устройств железнодорожной автоматики / С. А. Щиголов, А. В. Кондакова, Д. Е. Соболев // Автоматика, связь, информатика. – 2013. – № 11. – С. 23–24.

References

1. “Avtouragan” snizhayet kolichestvo DTP na zheleznodorozhnykh pereyezdakh [“Avtouragan” Reduces the Number of Traffic Accidents at Rail Crossings]. *Nauka i transport – Sci. and Transport*, 2013, no. 2 (6), p. 37.

2. Boltayev S. T. Osobennosti kodirovaniya avtomaticheskoy lokomotivnoy signalizatsii pri vvode smeshannogo vysokoskorostnogo dvizheniya na stantsiyakh [Specific Features of Encoding Automated Locomotive Signalling System when Introducing Hybrid High-Speed Traffic at Stations]. *V mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Intellektualnyye sistemy na transporte” – IntellektTrans-2015 (5th Int. Sci. and Practical Conf. “Intellectual Systems in Transport” – IntellektTrans-2015)*. St. Petersburg, 2015. Pp. 373-379.

3. Vasilenko M. N., Telezhenko T. A. & Valiyev S. I. *Izvestiya PGUPS – Proc. Petersburg Transp. Univ.*, 2010, Is. 3, pp. 53-61.

4. Voronin V. A. & Shemetov S. V. *Avtomatika, svyaz, informatika – Automatics, Communications, Informatics*, 2010, no. 3, pp. 20-21.

5. Za proshedshiy god sluchilov 30 stolknoveniy poyezdov s avtomobilyami [In the Last Year, 30 Train-Car Collisions Occurred], available at: <http://uz24.uz/society/za-proshedshiy-god-sluchilosy-30-stolknoveniy-poezdov-s-avtomobilyami>.

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 obra-

zovaniyu na zheleznodorozhnom transporte, 2014. Vol. 1. 312 p.

7. Kontseptsiya razvitiya skorostnogo i vysokoskorostnogo dvizheniya passazhirskikh poyezdov na zheleznykh dorogakh Uzbekistana [Concept for Development of Fast and High-Speed Passenger Train Traffic in Uzbekistan Railways], OAO Boshtransloyiha. Tashkent, 2010. 89 p.

8. Pozdnyakov V.A. & Tyupkin Yu.A. Bezopasnost na zheleznodorozhnykh pereydzakh [Safety at Level Railway Crossings], available at: <http://www.css-rzd.ru/zdm/03-2000/00039.htm>.

9. Raschet parametrov raboty pereydznoy signalizatsii: metodicheskiye ukazaniya po proyektirovaniyu ustroystv avtomatiki, telemekhaniki i svyazi na zheleznodorozhnom transporte I-276-00 [Calculation of Parameters of Level Crossing Signalling System: Best Practice in Designing Automatics, Telemechanics and Communication Devices on Railway Transport I-276-00]. Moscow, GTSS, 2000. 36 p.

10. Sapozhnikov V.I. Ekspluatatsionnyye osnovy avtomatiki i telemekhaniki [Operational Basics of Automatics and Telemechanics]. Moscow, Transport, 2006. 247 p.

11. Solovyev A.L., Cheblakov V.A. & Petrov A.F. *Avtomatika, svyaz, informatika – Automatics, Communications, Informatics*, 2008, no. 6, pp. 2-5.

12. Telezhenko T.A. *Avtomatika, svyaz, informatika – Automatics, Communications, Informatics*, 2006, no. 6, pp. 27-29; no. 8, pp. 20-23.

13. Tekhnicheskiye resheniya: sistema mikroprotsessornoy avtomaticheskoy pereydznoy signalizatsii dlya pereyzdov bez dezhurnogo rabotnika (APS MN-N) UZhDA-04-02 TR [Technical Solutions: Microprocessor-based Automatic Level Crossing System for Level Crossings Without a Duty Worker (APS MN-N) UZhDA-04-02 TR. Yekaterinburg, 2005. 17 p.

14. Cheblakov V.A. & Shevtsov V.A. *Avtomatika, svyaz, informatika – Automatics, Communications, Informatics*, 2014, no. 14, pp. 6-8.

15. Shchigolev S.A. & Kondakova A.V. *RSP-Expert – RSP-Expert*, 2014, no. 2, pp. 22-23.

16. Shchigolev S.A. *Yevraziya Vesti – Eurasian News*, 2010, no. 12, p. 20.

17. Shchigolev S.A., Kondakova A.V. & Sobol D.Ye. *Avtomatika, svyaz, informatika – Automatics, Communications, Informatics*, 2013, no. 11, pp. 23-24.

НИКИТИН Александр Борисович – доктор техн. наук, профессор, nikitin@crtc.spb.ru; *БОЛТАЕВ Суннатилло Туймуродович – аспирант, bstqqa@yandex.ru (Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I).