

Особенности эксплуатации микропроцессорной системы автоматизации сортировочных станций MSR32 в российских условиях



А. А. Юдин,
начальник автоматизи-
рованной сортировочной
горки станции Лужская,
Санкт-Петербург-
Витебская дистанция
Октябрьской ДД,
ОАО «РЖД»

Отечественные системы горочной электрической централизации имеют недостаточный уровень автоматизации. На станции Лужская Октябрьской железной дороги впервые в России сортировочная горка была оборудована системой автоматизации MSR32. В статье приведены особенности системы и ее эксплуатации по сравнению с отечественными аналогами.

Сортирование вагонов — один из наиболее технологически сложных процессов на железнодорожном транспорте. Расформирование составов на сортировочных горках на пространстве колеи 1520 мм выполняется управлением торможения вагонов как ручным, так и автоматизированным способом.

В первых отечественных системах горочной электрической централизации перевод стрелок в интервалах между отцепами выполнялся вручную. Иногда требовалось дополнительное рабочее место для оператора, чтобы улучшить обзор процесса роспуска. Это приводило к значительным капитальным и эксплуатационным расходам. Оптимизировать расходы удалось благодаря разработке и внедрению устройства накопления маршрутов скатывания отцепов и автоматического перевода стрелок, что было достигнуто в горочной автоматической централизации (ГАЦ), построенной в 1946 г. на станции Брянск [1]. Усовершенствованная и переведенная на блочный вариант система БГАЦ получила широкое распространение на железных дорогах России [2]. БГАЦ и последующие системы, внедренные на полигоне ОАО «РЖД», имели незначительный уровень автоматизации и требовали постоянного участия человека в процессе роспуска вагонов, поэтому человеческий фактор в упомянутых системах ограничивал и продолжает ограничивать как уровень безопасности, так и показатели качества расформирования вагонов: скорость

соударения, количество вагонов, распущенных не по назначению («чужаков»), заполнение путей, энергоэффективность и др. В подобных системах предъявляются высокие требования к профессиональным навыкам операторов, поскольку готовность вмешаться в процесс роспуска и принять решение в экстренной ситуации необходима в любой момент. При этом решение принимается оператором на основе не точных расчетов, а личного опыта и предположений, что не может гарантировать стабильность роспуска.

Снижая эксплуатационные затраты и повышая уровень безопасности и автоматизации, ОАО «РЖД» в 2012 г. оборудовало сортировочную горку в Усть-Лужском железнодорожном узле системой автоматической горочной централизации MSR32 производства Siemens AG. Далее приведены особенности функционирования системы и ее эксплуатации по сравнению с отечественными аналогами.

Отечественные системы горочной централизации

Среди основных задач, решение которых определило развитие горочных систем, можно выделить автоматическое задание скорости роспуска и регулирования скорости скатывания отцепов.

Так, система автоматического задания скорости роспуска АЗСР-ЦНИИ, разработанная в 1966 г., осуществляла следующие функции:

- регистрацию информации о номере поезда, числе вагонов в отцепе и но-

мерах путей их скатывания, об особых признаках вагонов, требующих снижения скорости роспуска;

- определение момента отрыва отцепы от состава;
- пересчет числа вагонов в отцепе;
- контроль правильности расцепки;
- формирование команды о скорости роспуска для горочного светофора;
- формирование команды в систему управления горочным локомотивом.

Первая система регулирования скорости скатывания отцепов (АРС-ЦНИИ) была построена в 1961 г. на станции Лосиноостровская [3]. Ее улучшенный вариант в 1973 г. был применен на станциях Орехово-Зуево и Бекасово Московской железной дороги. В 1964 г. на станции Ленинград-Сортировочный-Московский была впервые смонтирована система автоматического регулирования скорости (АРС-ГТСС). В этих системах осуществлялось интервально-целевое торможение. Скорости выхода отцепов из тормозных позиций определялись с учетом измеренного ускорения, средней весовой категории и длины отцепы, интервалов между отцепами, а также силы и направления ветра. В обеих системах были применены радиолокационные измерители скорости отцепов, работающие по принципу Доплера [4].

Дальнейшее развитие систем горочной автоматики было связано с применением вычислительной и микропроцессорной техники. Здесь можно выделить два подхода. Первый был связан с централизацией функций управления маршрутами в одной вычислительной машине. Такая автоматизированная система управления роспуском составов на сортировочных горках (АСУ-РСГ) была внедрена на станции Ясиноватая в 1985 г. [5]. Второй подход предполагал децентрализовать обработку информации в независимых подсистемах, реализованных на базе микропроцессорной техники. Такой комплекс был внедрен на станции Красный Лиман.

Из современных систем следует выделить комплексную систему автоматизированного управления сортировочным процессом (КСАУ СП) [6]. Система позволяет управлять процессом расформирования составов на горках, имеющих дистанционное управление стрелками и замедлителями на тормозных позициях и оборудование контроля заполнения путей (КЗП) на путях сортировочного парка. Возможные режимы роспуска составов — автоматический, программный, маршрутный.

Система MSR32

Перечисленные системы разработаны и внедрены отечественными компаниями. Но в настоящее время ОАО «РЖД» активно сотрудничает в области железнодорожной автоматизации с представителями мировых концернов. В результате такого сотрудничества компанией Siemens была разработана и адаптирована под российские условия система горочной централизации MSR32 [7].

MSR32 имеет распределенную архитектуру и состоит из отдельных компонентов: системы управления маршрутами следования (LWS), систем управления замедлителем первой, второй и третьей тормозных позиций (BBS, TBS, RBS соответственно), системы управления транспортноручными устройствами (FAS), системы управления локомотивами (LO), выполняющих специализированные задачи, что позволяет повысить готовность системы путем ограничения логической нагрузки на микропроцессорные компоненты.

В системе имеются две локальные вычислительные сети (ЛВС) — администраторская и производственная, что исключает влияние архивирования на процессы управления роспуском. Обе сети выполнены по стандарту PROFINET и используют протокол TCP/IP для надежной передачи данных.

Наиболее ответственные компоненты системы дублированы, что не только способствует повышению готовности системы, но и минимизирует риск опасного отказа до величины, позволяющей распускать грузы второго класса опасности.

Особенности автоматизации процессов в MSR32

Особенностью MSR32 является то, что процессы надвига состава, перевода стрелок, управления замедлителями и подтягивающими тележками регулирует сама система [8].

Автоматизация надвига

Компьютер LO контролирует процесс управления локомотивом во время надвига и роспуска. На основании рассчитанной компьютером OPSIM оптимальной скорости надвига и роспуска компьютер LO контролирует задание и поддержание скорости локомотивом, выбирает точки торможения и проверяет правильность заданного маршрута. Обработывая данные от локомотивов при проследовании бализ, компьютер LO определяет пути надвига, на которых находятся локомотивы, что позволяет избежать ошибочной подачи команды движения на локомотив, для которого не готов маршрут надвига [9].

Бализы закреплены на шпалах в парке прибытия, разделены на пять групп (рис. 1) и для повышения достоверности информации дублированы. Бортовые устройства MSR32, находящиеся на локомотивах, считывают SOFIS-антеннами номера бализ при проезде над ними. Эти номера передаются в систему управления локомотивом. Также бализы определяют позицию локомотива на маршруте (точечное позиционирование) посредством отсчета пройденного пути: находящийся на локомотиве счетчик передает по радиосвязи показания в систему управления локомотивом MSR32. Бализы неподвижны, и расстояние между ними заложено в системе MSR32. Поэтому после их проезда известно, когда должна поступить следующая телеграмма о проследовании бализы. Это позволяет исключить негативные последствия при несовпадении данных пройденного локомотивом пути и данных, заложенных в системе управления локомотивом. Контроль бализ должен обеспечить остановку локомотива перед горочным светофором и не допустить проезд локомотива через горку. Несмотря на то что счетчик пути локомотива имеет определенные погрешности, во время проследования маршрута сигналы от пяти групп бализ позволяют скорректировать позицию

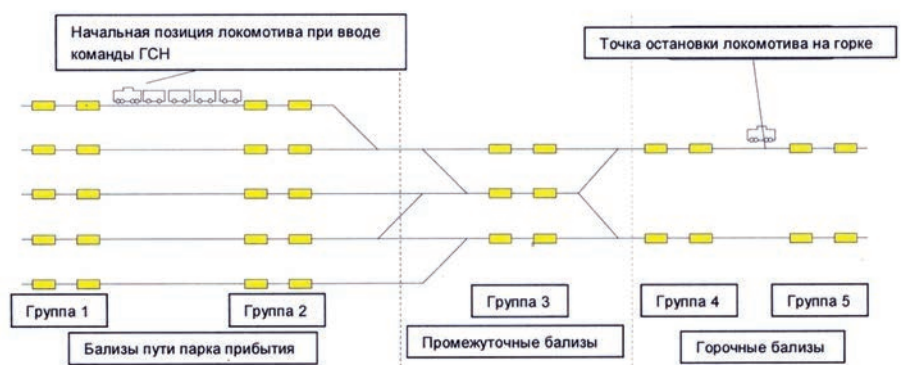


Рис. 1. Принципиальная конфигурация системы и бализ

локомотива. Контроль следования бализы начинается при проезде первой бализы группы 2. На основании текущего показателя счетчика пути и известного расстояния между бализами групп 2 и 3 (плюс значение погрешности) рассчитывается показание счетчика, при котором произойдет проезд бализы группы 3 и будет получен соответствующий сигнал.

Если проезд происходит до достижения рассчитанного максимального значения, то за максимальное контрольное значение до проезда следующей бализы берется текущее показание счетчика плюс расстояние до следующей группы.

Управление маршрутами

Система управления маршрутами следования выполняет три основных задачи: контроль свободности участков пути, управление маневровыми работами и управление процессом роспуска.

Контроль свободности участков пути

Контроль свободности/занятости участков — базовый компонент системы управления маршрутами. Он основан на анализе движения по сдвоенным колесным датчикам (с учетом направления движения) и подсчете осей на участке между двумя датчиками. Количество и положение колесных датчиков в пределах зоны роспуска зависят от требований сортировочного процесса.

Для управления роспуском колесные датчики монтируются на левом и правом ответвлениях стрелочной секции в конце зоны действия остряков стрелки. Образующиеся участки подсчета осей не могут использоваться как участки контроля свободности при маневровой работе, поскольку не позволяют определить обеспечение габарита по ответвлениям.

В связи с этим система MSR32 изменяет границы участков контроля свободности/занятости в зависимости от реализуемого процесса. В режиме роспуска осуществляется как можно более ранний перевод стрелки. В режиме маневров участок подсчета осей на стрелке объединяется со следующим, расположенным на левом и правом ответвлениях до колесного датчика, находящегося за предельным столбиком стрелки на расстоянии не менее 3,5 м. В терминологии MSR32, это называется «участок контроля занятости». Его длина должна быть такой, чтобы он не перекрывался ни одним одиночным вагоном. Этот участок не будет свободен до тех пор, пока фиксируется занятость хотя бы одного участка подсчета осей.

Контроль свободности участков в режиме роспуска должен обеспечивать возможность перевода стрелок в распределительной зоне сразу же после освобождения отцепом зоны остряков (ограниченной двумя колесными датчиками на входе на стрелку и при выходе из нее). Поэтому здесь участки контроля свободности совпадают с участками подсчета осей. Освобождение и перевод стрелок не по последованию предельного столбика несет определенный риск, но он принимается, так как скорость вагонов в распределительной зоне практически одинакова.

Управление маневровыми работами

Система управления маршрутами следования устанавливает эти маршруты, проверяет свободность участков и положение стрелок и размыкает их же за маневровой единицей.

При установке маршрутов система контролирует отсутствие нарушения габарита стрелок, переводит замедлители на маршруте в нерабочее положение, передает команду движения в гаражную позицию вагоноосаживателям, устанавливает в требуемое положение стрелки, контролирует исправность всех компонентов системы на маршруте, обеспечивает замыкание маршрута и открывает сигналы (при наличии) на разрешающее показание. При корректно установленном маршруте система контролирует все компоненты на предмет отсутствия неисправностей и исключения враждебного движения на установленный маршрут. При обнаружении одного из описанных выше нарушений выводится сообщение ДСПП, и на маршруте включаются запрещающие сигналы.

Роспуск

Процесс роспуска системы MSR32 состоит из режима автоматического надвига и режима автоматического роспуска.

Система управления маршрутами следования и система управления локомотивом контролируют начало процесса надвига. Готовность маршрута надвига анализируется посредством увязки с электрической централизацией (ЭЦ) парка приема.

В режиме подготовки к автоматическому роспуску система выполняет следующие задачи:

- запрос данных сортировочного листа распускаемого состава от системы АСУ-СТ;
- определение доступных сортировочных путей на основе сведений

о заблокированных стрелках и данных зоны работы систем автоматики;

- проверка исправности элементов контроля свободности путей в зоне работы систем автоматики;
 - контроль готовности к работе и исправности всех компонентов системы в зоне работы систем автоматики (компоненты не находятся в режиме технического обслуживания и не заблокированы);
 - включение необходимых гидронасосных станций;
 - передача команд замедлителям для включения режима готовности к торможению;
 - передача команд вагоноосаживателям для включения автоматического режима;
 - контроль достижения сортировочного пути всеми вагонами с помощью данных сортировочного листа состава;
 - контроль наличия достаточного места на сортировочных путях для вагонов посредством системы контроля занятости пути;
 - контроль наличия в составе вагонов, запрещенных к нахождению на горке и/или требующих осторожного обращения;
 - установка каждой стрелки в положение, необходимое для следующего отцепа;
 - подача сигнала разрешения осаживания;
 - задание скорости осаживания для вагонов на горке.
- В ходе процесса автоматического роспуска вагонов система выполняет:
- корректировку скорости роспуска для каждого вагона на горке;
 - своевременное снижение скорости перед вагонами, запрещенными к движению на горке;
 - приостановку роспуска ввиду: подхода запрещенных к роспуску вагонов, вагона, требующего осторожного обращения, переполнения сортировочного пути;
 - определение количества осей отцепа и мест разъединения между отцепами с помощью колесных датчиков возле световой решетки и сообщений о ее занятости/свободности;
 - определение расстояния между осями с помощью радара и колесных датчиков в зоне световой решетки;
 - определение нагрузок на оси с помощью устройства измерения веса;
 - мониторинг всех проследований по колесным датчикам и привязка каж-

дого проследования к соответствующей оси вагона;

- определение сопротивления качению отцепки при свободном ходе между горкой и первым замедлителем;
- перевод стрелки вслед за полным прохождением отцепки датчика зоны остряка, если она должна занимать другое положение при новом проследовании;
- передачу данных измерений отцепки системам управления замедлителями (по их требованию);
- передачу данных измерений отцепки системам управления вагоноосаживателями для отцепки, отслеживаемых колесными датчиками;
- поэтапное прекращение работы режима автоматики после прохождения горки последним вагоном;
- передачу результата распределения вагонов по путям в АСУ-СТ;
- распознавание бегунов, не способных достичь сортировочного пути из-за ненормированного сопротивления движению;
- контроль скорости вагонов в спускной части горки для недопущения превышения предельных значений;
- контроль опасности вагонов и угловых столкновений вагонов;
- контроль компонентов системы в спускной части горки и реагирование на сбои: остановка процесса роспуска и срабатывание охранных стрелок.

Система выключает режим автоматики поэтапно, освобождая элементы пути для маневров или следующего роспуска после прохождения горки последним вагоном.

Особенности системы на станции Лужская

На сортировочной горке станции Лужская впервые в России внедрили подтягивающие тележки (вагоноосаживатели). Они предназначены для осаживания отцепки, распущенных на сортировочный путь. Тележки освобождают пространство на сортировочном пути для роспуска следующих отцепки, подтягивают оставшиеся из них как можно дальше для заполнения пути без образования «окон» в составах. Чтобы сократить длину выбега подтягивающей тележки, они кроме гаражной позиции оснащены еще двумя стартовыми позициями.

На выходе из гаражного положения установлены датчики определения рабочего положения двух упоров вагоноосаживателей, что исключает перегрузку одного из упоров при неактивации второго. Для определения заполнения сортировочных путей применяются колесные датчики.

Скорость подтягивающей тележки (рис. 2) при движении вперед составляет 1,25 м/с, при обратном ходе — 3 м/с. Перед достижением целевой позиции скорость вагоноосаживателя снижается.

Автоматический роспуск вагонов с грузами второго класса опасности

На станции Лужская реализована возможность роспуска отцепки с грузами второго класса опасности. Повышенный уровень безопасности роспуска обеспечивается за счет применения домкратовидных замедлителей (рис. 3), устанавливаемых дополнительно к балочным (рис. 4). Для роспуска опасных грузов на сортировочной горке специализировано три пути.

Автоматическое задерживание вагонов на сортировочных путях

На сортировочной горке станции Лужская впервые были применены устройства автоматического задерживания составов на сортировочных путях ASIB, выполненные на основе однорельсовых балочных замедлителей TW-4EF. Применение заграждающих устройств позволило исключить установку башмаков или барьерной группы в конце сортировочных путей и тем самым вывести людей из опасной зоны.

Особенности эксплуатации MSR32 на станции Лужская

Опытная эксплуатация устройств системы MSR32 на станции Лужская-Сортировочная Октябрьской железной дороги началась в середине 2015 г. Адаптация и наладка системы длились до конца марта 2018 г., когда прошли испытания, по итогам которых система MSR32 была принята в постоянную эксплуатацию [10].

Во время опытной эксплуатации поэтапно введены шесть пучков сортировочной системы. На первом этапе введены 4-й и 5-й пучки, оборудованные вагоноосаживателями и предназначенные для накопления порожних вагонов. Некоторые из технических и алгоритмических решений, заложенных при проектировании системы, потребовали доработки. Так, несоответствие ходовых характеристик современных вагонов значениям, принятым в «Правилах и нормах проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм» от 19 февраля 2003 г., отмененным 16 сентября 2019 г., привело к ускорению порожних вагонов последних годов выпуска. Хотя отцепки, состоящие из порожних вагонов, должны при всех условиях снижать скорость, реалии опытной эксплуатации показали, что это усло-

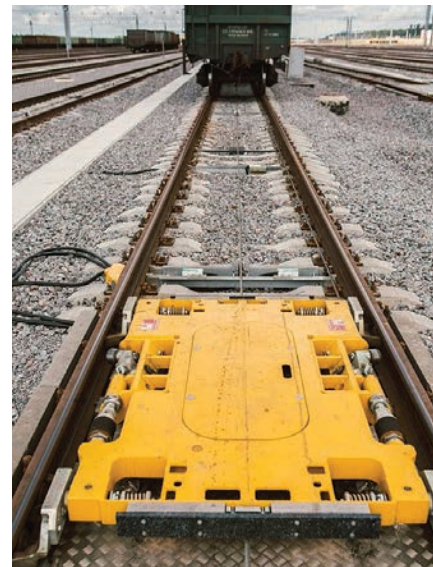


Рис. 2. Вагоноосаживатель

вие не выполняется для вагонов последних годов выпуска. Скорость подхода вагонов к заграждающим устройствам превышала их удерживающие способности. Параметры заграждающих устройств были выбраны в соответствии с нормами; по расчетам, их должно было оказаться достаточно для удерживания вагонов всех типов. Внедрение новых технологий в вагоностроение оказало влияние на подход к проектированию сортировочных устройств, что потребовало изменения правил, применяемых на всем пространстве колеи 1520 мм.

С наступлением зимы обнаружилось: конструкция упоров тележки приводит к налипанию снега и загущению смазки в области замка упоров, что ведет к нестабильной их установке в рабочее положение. Первоочередным мероприятием была очистка замков вручную. В 2019 г. проблема вновь оказалась актуальной. Специалистами было принято решение об изменении расположения ТЭНов и проведении испытаний с ноября 2019 по апрель 2020 г.

В июле 2017 г. в результате удара молнии в опору контактной сети на обходном пути сортировочной горки было повреждено значительное количество электронного напольного оборудования. Стоит отметить, что, несмотря на значительную силу тока, отработанная на объектах в Европе схема грозозащиты оказалась эффективной и исключила повреждения постового оборудования. В целом от перенапряжений пострадало всего 2% оборудования. Попадание молнии стало возможным из-за особенностей расположения сортировочной горки, где отсутствуют как естественные, так и искусственные системы грозоотведения. Сопутствующим фактором стал и роспуск состава во время



Рис. 3. Домкратовидный замедлитель

грозы. Вагон зашунтировал изолирующий стык на горбе горы, что создало пути протекания тока к устройствам, расположенным на спускной части горки.

Благодаря высокому уровню автоматизации системы, помимо уменьшения количества эксплуатирующего персонала также уменьшено и количество обслуживающего персонала. Гидронасосные станции поддерживают давление в гидросистеме автоматически и не требуют присутствия машиниста, как на отечественных горочных централизациях, основанных на пневмосистемах.

Сейчас трудно представить систему централизации без средств мониторинга и диагностики [12]. MSR32, как и российские современные горочные централизации, имеет встроенную систему диагностирования. Хранящаяся в базе данных информация позволяет реализовать широкий спектр функций: статистика работы стрелок, замедлителей и подтягивающих тележек, статистика отказов, протоколы работы системы, статистика точности вытормаживания замедлителей, протоколы событий, параметры торможения отцепы и кривые процесса торможения. Все это используется обслуживающим персоналом, чтобы определять частоту проверки стрелок, настраивать радары, регулировать усилие нажатия шин и т.д.

Стоит отметить, что система диагностики в первую очередь ориентирована на составление отчетов об эксплуатации оборудования, что позволяет делать выводы об износе расходных материалов и необходимости проведения регламентных работ. Контроль работы элементов системы с измерением всех возможных



Рис. 4. Балочный замедлитель

параметров для выявления предотказных состояний и расследования отказов не был никогда востребован заказчиками системы MSR32 — все возникающие недостатки оборудования, снижающие коэффициент готовности системы, устранялись в процессе эволюции. Подход компании-разработчика, при котором она как производитель регулярно совершенствует оборудование на основе опыта эксплуатации, обеспечил высокий уровень надежности и не требует специальных профессиональных навыков ни эксплуатирующего, ни оперативного персонала. Исключение необходимости создавать дорогостоящие комплексы диагностики путем повышения надежности оборудования нетрадиционно для российских систем железнодорожной автоматики, но хочется надеяться, что подобный подход станет преобладающим.

Также стоит отметить использование шин со звукопоглощающими вставками на замедлителях, эффективность действия которых была подтверждена измерениями. Перспективным видится оборудование сортировочных систем, расположенных в черте города, такими замедлителями.

В дальнейшем будет автоматизироваться еще большее количество операций в процессе сортирования вагонов. Появление на полигоне ОАО «РЖД» горочной централизации MSR32 даст мощный импульс для развития отечественных аналогов. При этом и немецкие коллеги получают бесценный опыт адаптации своих устройств к российским реалиям. Его можно применять в других регионах мира со схожими климатическими условиями. MSR32 выделяют высочайший уровень надежности, точности и автоматизации, за счет чего уменьшено количество как оперативного, так и обслуживающего персонала и увеличена безопасность роспуска. Слабой стороной можно назвать неадаптированность балочных замедлителей к проявлениям просыпающихся из вагонов грузов, но это, скорее, недостаток культуры погрузки/разгрузки вагонов, чем устройств. На процесс роспуска это не влияет, однако затрудняет маневрирование на спускной части горки. Чтобы работа устройств автоматического задержания составов была более устойчивой, в следующих проектах их следует оборудовать пневмосетью для очистки от снега и льда в зимнее время года, как это уже организовано на тормозных позициях спускной части горки.

При планируемом увеличении грузопотока из восточной части страны в Европу для строительства новых горок или переоборудования уже существующих

в городах, ОАО «РЖД» нужно обратить внимание на мировой опыт разработки систем горочной централизации. **Т**

Литература

1. История внедрения механизации и автоматизации сортировочных горок. URL: www.scbist.com (дата обращения: 04.03.2020).
2. Фонарев Н. М. Автоматизация процесса расформирования составов на сортировочных горках // Железнодорожный транспорт. 1977. №9. С. 55–60.
3. Бураков В. А. Основные направления технического прогресса в области механизации и автоматизации трудоемких процессов на станциях и узлах. // Тр. ИКТП. 1977. Вып. 66. С. 61–68.
4. Ульяновцев Ю. В. АРС ГТСС. Автоматическое регулирование скорости вагонов на сортировочной горке // Автоматика, телемеханика и связь. 1972. №7. С. 10–14.
5. Сагайтис В. С., Соколов В. Н. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок. М.: Транспорт, 1988.
6. Андронов Д. В. Опыт эксплуатации КСАУ СП // Автоматика, телемеханика и связь. 2013. №11. С. 16–18.
7. Nasonov G., Schmagin Y., Huster M., Komin N. The Implementation of the MSR32 System at the Luzhskaya Marshalling Yard // Eurailpress. 2018. November.
8. Международный опыт для развития Российских железных дорог // Евразия Вести. 2011. II.
9. Schmagin Y., Popov P. The Technology and Operating Concept for Driverless Shunting Locomotives at Luzhskaya Marshalling Yard // Eurailpress. 2018. December.
10. Любушкин А. В. Опытная эксплуатация устройств системы MSR32 на станции Лужская // Автоматика, связь, информатика. 2016. №3. С. 38–39.
11. Khóroshev V. V., Efanov D. V., Osadchii G. V. Ways of Development of Periodical and Continuous Monitoring Means for Automatic Devices on Marshalling Yards // Proceedings of 1st International Russian Automation Conference (RusAutoCon). Sochi, Russia, September 9–16, 2018. Pp 1–5. DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501720.
12. Efanov D. V., Osadchy G. V., Khóroshev V. V. Testing of Optical Sensors in Measuring Systems on Railway Marshalling Yard // Proceedings of 16th IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS2018). Kazan, Russia, September 14–17, 2018. Pp. 225–230. DOI: 10.1109/EWDTS.2018.8524798.