



## Для цитирования

## For citation

Мартусов А. Л. Математическое моделирование испытательной станции тяговых электродвигателей подвижного состава / А. Л. Мартусов, С. А. Мартусова, Н. П. Асташков, В. А. Тихомиров // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 66–73. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).66-73

Martusov A. L., Martusova S. A., Astashkov N. P., Tikhomirov V. A. Matematicheskoye modelirovaniye ispytatel'noy stantsii tyagovykh elektrodvigatelye podvizhnogo sostava [The mathematical modeling of a testing station of rolling stock electric motors]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovaniye* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2019. Vol. 64, No. 4. Pp. 66–73. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).66-73

УДК 656.259

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).73–79

**И. А. Чубарова, А. В. Дудакова***Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация**Дата поступления: 07 августа 2019 г.***ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МАНЕВРОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ НА СТАНЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОГО РАДИОКАНАЛА СВЯЗИ**

**Аннотация.** Для улучшения безопасности движения при производстве маневровых работ предложен вариант внедрения системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации на нечетной горке сортировочной станции Тайшет. Сортировочная станция Тайшет рассмотрена в качестве объекта автоматизации при условии выполнения маневровых операций и совмещения системы с существующими системами – системой электрической централизации, горочной автоматической централизацией, диспетчерской централизацией. При использовании системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации совместно с другими устройствами можно получать информацию о состоянии электрической централизации отдельного пункта, а также передавать маршрутные задания с автоматизированного рабочего места дежурного по станции сразу на маневровый локомотив. На сортировочной станции Тайшет дежурный по станции сможет осуществлять следующие функции: регистрировать выход на дежурство смен ДСП; вести контроль с использованием устройств электрической централизации за маршрутами поездов и маневровых локомотивов; определять занятость стрелочных переводов; вводить и выводить из системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации локомотивы; осуществлять передачу команд назначения и отмены маршрутов на локомотивы; назначать и отменять приказы об ограничении скорости движения локомотивов при перемещении к местам путевых работ. Применение системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации даст возможность осуществить комплексную модернизацию существующих устройств сигнализации, централизации и автоматизировать управление маневровой работой. Предложенный вариант внедрения системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации на нечетной горке сортировочной станции Тайшет позволит снизить количество сходов подвижного состава во время маневровой работы, связанных с человеческим фактором, и сократить затраты на восстановление основных фондов станции.

**Ключевые слова:** система маневровой автоматической локомотивной сигнализации, сортировочная станция, дежурный по станции, безопасность движения, маневровый локомотив, станционные устройства, средства радиосвязи.

**I. A. Chubarova, A. V. Dudakova***Irkutsk state University of Railways, Irkutsk, Russian Federation**Received: August 07, 2019***IMPLEMENTATION OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF STATION SHUNTING LOCOMOTIVE MOVEMENT USING A DIGITAL RADIO CHANNEL**

**Abstract.** To improve traffic safety during shunting operations, an option has been proposed for introducing a shunting automatic locomotive signaling system (SALS) on the down hump of the Taishet sorting station. The Taishet sorting station is considered as an automation object, provided that shunting operations and combining the system with existing ones – electric centralization system, automatic hump centralization, dispatch centralization – are fulfilled. When using the SALS system together with other devices, it is possible to obtain information about the state of electrical centralization of the interstation, as well as transfer route jobs from the automated workstation of the station duty officer directly to the shunting locomotive. At the Taishet sorting station, the station duty officer will be able to perform the following functions: register the change of railway station duty shifts; keep control of the routes of trains and shunting locomotives using electric centralization devices; determine the occupancy of turnouts; introduce and remove locomotives from the SALS system; transmit route destination and cancellation commands to locomotives; appoint and cancel orders to limit the speed of lo-



comotives when moving to places of track works. The use of the SALS system will make it possible to comprehensively modernize the existing signaling, centralization devices and automate the management of shunting operations. The proposed version of the introduction of a shunting system for automatic locomotive signaling on the down hump of the Taishet sorting station will reduce rolling stock derailments during shunting operations related to the human factor and reduce the cost of restoring the station's fixed assets.

**Keywords:** shunting automatic locomotive signaling system (SALS), sorting station, station duty officer, traffic safety, shunting locomotive, station devices, radio communications.

## Введение

На железнодорожных станциях осуществляется значительная доля операций, связанных с грузовыми и пассажирскими перевозками. На безопасность движения, сокращение времени оборота вагонов и локомотивов влияет бесперебойная работа станции [1].

От четкой работы сортировочных станций зависит функционирование в целом сети Российских железных дорог [2].

К сортировочным станциям относятся отдельные пункты, на которых осуществляется переработка вагонов и формирование составов в больших объемах. Для выполнения данной деятельности на сортировочных станциях имеются специальное путевое развитие и маневровые средства. На сортировочных станциях выполняют формирование сквозных, участковых, сборных, вывозных и передаточных поездов [3].

## Характеристика сортировочной станции Тайшет

Станция Тайшет Восточно-Сибирской железной дороги имеет общую протяженность 11 км с развернутой длиной путей 115 837 м [4].

Тайшет является двухсторонней сортировочной внеклассной станцией с комбинированным расположением главных путей и с параллельным расположением сортировочных систем.

На станции девять парков: пассажирский парк (Л); транзитный парк (Т); нечетная сортировочная система – нечетный парк приема (П1), нечетный сортировочный парк (С1), нечетный приемоотправочный парк (О1); четная сортировочная система – четный парк приема (П2), четный сортировочный парк (С2), четный приемоотправочный парк (О4), четный приемоотправочный парк (О2).

Четный транзитный парк (Т) включает четыре приемоотправочных пути для приема и отправления пассажирских, почтово-багажных и пропуска грузовых поездов четного и нечетного направлений; два приемоотправочных пути для грузовых поездов нечетного и четного направлений. Параллельно парку (Т), расположен пассажирский парк (Л) с тремя главными путями для приема и отправления пассажирских поездов и пропуска грузовых поездов; одним приемоотправочным путем пассажирских и грузовых поездов четного и нечетного направлений; тремя приемо-

отправочными путями для грузовых поездов. Кроме того, имеются три тупиковых пути – для отстоя вагонов; для стоянки восстановительного поезда и стоянки служебных вагонов и текущего ремонта пассажирских вагонов [5].

Нечетный грузовой вагонопоток поступает в нечетную сортировочную систему, которая имеет последовательное расположение парков.

Парк приема (П1) состоит из восьми путей (два главных для пропуска пассажирских и грузовых поездов, шесть приемоотправочных для приема поездов в расформирование); приемоотправочный парк (О1) имеет пятнадцать путей (два главных пути для пропуска пассажирских поездов четного и нечетного направлений и приема-отправления грузовых поездов; одиннадцать приемоотправочных путей для четных, нечетных транзитных поездов и поездов своего формирования; один путь для стоянки пожарного поезда; один путь – ходовой) [6].

Четный грузовой вагонопоток поступает в четную сортировочную систему с комбинированным расположением парков. Парк приема (П2) включает восемь путей, два пути надвига на автоматизированную горку и последовательно расположенный сортировочный парк (С2) с двадцатью тремя путями. Парк отправления (О4) с двенадцатью путями расположен последовательно парку (С2) и соединен с ним двумя соединительными путями.

## Назначение систем автоматизированного управления движением маневровых локомотивов на станциях с применением цифрового радиоканала связи

На сортировочных станциях основными устройствами для расформирования и формирования составов служат сортировочные горки и маневровые локомотивы [7].

Кроме того, важное значение на станции имеют устройства автоматики и телемеханики, которые могут управлять различными объектами, в том числе локомотивами. Перерабатывающая способность железнодорожных линий зависит от скорости обработки составов на отдельных пунктах. От безопасного перемещения поездов на станции зависит в целом безопасность грузовых и пассажирских перевозок [8].



Перемещения поездов на отдельных пунктах могут включать в себя одновременные поездные и маневровые передвижения по стрелочным переводам [9].

В связи с этим главной целью в области автоматизации и телемеханики на железнодорожном транспорте является внедрение системы автоматизированного руководства движением локомотивов на отдельных пунктах при использовании цифрового радиоканала связи.

Представителем данной системы сегодня служит маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС) [10].

С помощью данной системы должны обеспечиваться:

- безопасность выполнения маневровых передвижений на отдельных пунктах;
- невозможность перемещения состава или локомотива с недопустимой скоростью;
- остановка локомотива перед запрещающим сигналом;
- исключение столкновений вагонов с локомотивами на отдельных пунктах;
- исключение ошибок из-за человеческого фактора, которые являются следствием аварий.

Система состоит из станционных и локомотивных устройств. Она позволяет сообщать машинисту маневрового локомотива о скорости перемещения, негабаритных местах и местах путевых работ.

Для обеспечения поступления в локомотив оперативной информации и получения базы данных о состоянии локомотивов и вагонов, на которых установлены аппаратура МАЛС и горочная локомотивная сигнализация (АЛС), разработана платформа новейших программно-технических систем.

Для поступления информации от различных устройств на маневровый локомотив применяется цифровой канал радиосвязи. Для оперативного

управления за маневровыми локомотивами и определения их места расположения, совместно с радиоканалом применяется компьютер с высокой производительностью. При использовании системы МАЛС совместно с другими устройствами, можно получить информацию о состоянии электрической централизации отдельного пункта, а также передавать маршрутные задания с автоматизированного рабочего места дежурного по станции сразу на маневровый локомотив. В связи со сказанным можно сделать вывод, что применение системы МАЛС позволит осуществить комплексную модернизацию существующих устройств сигнализации, централизации и автоматизировать управление маневровой работой [11].

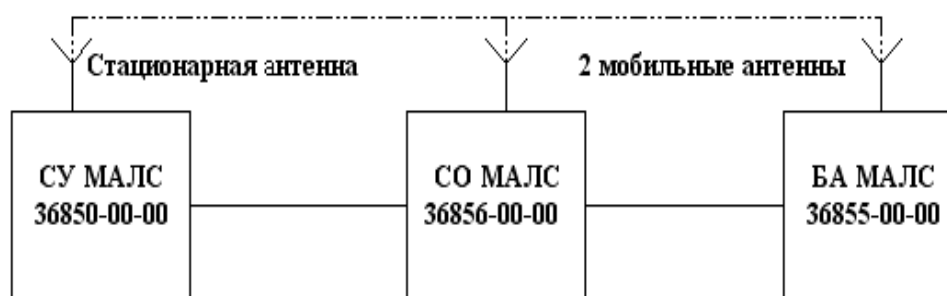
При анализе технических заключений по случаям столкновения подвижного состава при маневровой работе за последние два года на станции Тайшет, выявлено, что во всех случаях именно человеческий фактор был одной из причин. Внедрение МАЛС сведет к минимуму эти последствия.

#### **Характеристика системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации**

Сортировочная станция Тайшет рассмотрена в качестве объекта автоматизации при условии выполнения маневровых операций и совмещения системы с существующими системами – системой электрической централизации, горочной автоматической централизацией, диспетчерской централизацией.

Устройства ЭЦ, которые передают информацию о положении стрелочных переводов и состоянии сигналов, находятся под контролем системы МАЛС [12].

Маневровые локомотивы с установленной системой МАЛС рассмотрены в качестве объекта управления. Далее представлено устройство системы МАЛС (рис. 1).



**Рис. 1. Структурная схема маневровой автоматической локомотивной сигнализации**



Система МАЛС состоит из трех основных подсистем:

1. Стационарное устройство маневровой автоматической локомотивной сигнализации (СУ МАЛС), служит для реализации действий системы МАЛС, направленных на повышение безопасности выполнения маневровых операций, путевых работ, улучшение эксплуатации устройств электрической централизации, функций ДСП и ДСЦ, электромеханических систем сигнализации, централизации и блокировки.

2. Сервисное оборудование маневровой автоматической локомотивной сигнализации (СО МАЛС) служит для контроля работоспособности, диагностики и выявления дефектов в СУ МАЛС и БА МАЛС.

3. Бортовая аппаратура маневровой автоматической локомотивной сигнализации (БА МАЛС) служит для получения и обработки данных, которые передаются с СУ МАЛС по каналу радиосвязи, с целью определения скорости и направления следования локомотива, а также получения данных на экране монитора в кабине машиниста.

Система МАЛС может функционировать в ручном режиме, когда информация отображается без использования радиоканала; в автономном режиме, когда идет обмен информацией по радиоканалу без задания маршрутов; в режиме телеуправления, когда система работает с использованием всех предусмотренных функций.

Для дальнейшего развития и комплексной модернизации станционных устройств, система МАЛС должна функционировать при условии дальнейшего развития устройств микропроцессорной техники и ЭВМ, а также устройств сигнализации, централизации и блокировки. Кроме того, внешний вид системы должен осуществлять переход на современные устройства при незначительных затратах времени и средств.

Обеспечение основных требований системы МАЛС:

- сохранение и контроль потери информации и связи;
- смена режимов работы маневрового локомотива на основании приказа устройств станции;
- выполнение распоряжения дежурного по станции на проезд закрытого светофора;
- идентификация и определение заданных маршрутов и локомотивов;
- изменение и отмена маршрутного задания;
- контроль скорости перемещения;

- осуществление разборки тяги, когда скорость перемещения близится к допустимой;

- наличие возможности подтверждения машинистом локомотива видимости мест путевых работ;

- измерение длины состава;

- определение длины пути до мест производства работ;

- контроль скорости перемещения состава относительно его «головы» и «хвоста»;

- выполнение маршрутов за пределы выходного сигнала станции при выходе локомотива из системы;

- включение проверки бдительности машиниста при проследовании мест с ограничениями и при вступлении на занятый путь.

Требования к подсистеме СУ МАЛС:

- сопровождение работы с помощью голосовых сообщений;

- осуществление приема данных от устройств электрической централизации о положении рельсовых цепей, сигналов и стрелок;

- передача информации о состоянии устройств электрической централизации и места расположения локомотивов различным системам;

- установка и съем мест выполнения работ на каждом устройстве станции;

- регистрация смены дежурных по станции в журнале системы МАЛС;

- запись в журнале системы МАЛС событий, произошедших на станции.

К основным требованиям подсистемы БА МАЛС относятся:

- осуществление контроля размещения положения контроллера локомотива;

- контроль скатывания вагонов с горки;

- измерение фактической скорости и направления движения локомотива.

К подсистеме СО МАЛС предъявляются следующие требования:

- проведение проверки цифрового радиоканала связи;

- осуществление проверки бортового контроллера;

- реализация проверки измерителя скорости БА МАЛС.

Важнейшим качеством системы МАЛС является то, что исключается проезд закрытого светофора и места путевых работ.

Кроме того, при внедрении системы необходимо иметь возможность перехода на другой уро-



вень работы при отказе системы с учетом контроля бдительности машиниста.

### Основные функции маневровой автоматической локомотивной сигнализации

При использовании системы МАЛС на сортировочной станции Тайшет ДСП сможет осуществлять следующие функции:

- регистрировать выход на дежурство смен ДСП;
- вести контроль с использованием устройств электрической централизации маршрутов поездов и маневровых локомотивов;
- определять занятость стрелочных переводов;
- вводить и выводить из системы МАЛС локомотивы;
- осуществлять передачу команд назначения и отмены маршрутов на локомотивы;
- назначать и отменять приказы об ограничении скорости движения локомотивов при перемещении к местам путевых работ;
- просматривать электронный журнал регистрации событий, произошедших при выполнении маневровых операций на сортировочной станции [13].

С учетом заданных маршрутов и введенных дежурным по станции ограничений, система МАЛС создает телеграммы команд для управления локомотивом. Телеграммы команд отправляются в приемопередающее устройство канала радиосвязи (ПП-РС) и передаются по цифровому радиоканалу связи в бортовой вычислительный комплекс бортовой аппаратуры (БА МАЛС) для исполнения. Она осуществляет прием телеграммы, дешифрирует ее данные и выдает на индикатор локомотива информацию для машиниста о заданном маршруте, допустимых параметрах движения по маршруту и контролирует их исполнение. СУ МАЛС работает в непрерывном круглосуточном режиме.

### Технико-экономическая оценка внедрения системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации на нечетной горке станции Тайшет

Для технико-экономической оценки внедрения системы МАЛС на нечетной горке станции Тайшет был проведен расчет экономического эффекта и срока окупаемости. На станции Тайшет необходимо установить один комплект станционного оборудования на ЭЦ-1 и комплект бортовой аппаратуры на маневровый локомотив. Монтаж системы МАЛС составляет 224 791,79 руб. [16].

Основными факторами доходности инвестиций в систему МАЛС является сокращение сходов подвижного состава во время маневровой работы [17, 18].

Экономический эффект выражается среднестатистическими данными за пять лет по затратам на восстановление основных фондов станции по причине нарушения безопасности работы маневровым локомотивом на станции Тайшет. Ниже представлены затраты на восстановление основных фондов станции за период 2014–2018 гг. (рис. 2) и результаты технико-экономической оценки (табл.).

#### Экономические показатели

Показатель	Значение	Единица измерения
Стоимость системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации	899,167	тыс. руб.
Установка	224,79	тыс. руб.
Капитальные вложения	1 123,95	тыс. руб.
Эксплуатационные расходы	904,53	тыс. руб. в год
Экономический эффект	1 109,54	тыс. руб. в год
Срок окупаемости	5,4	год

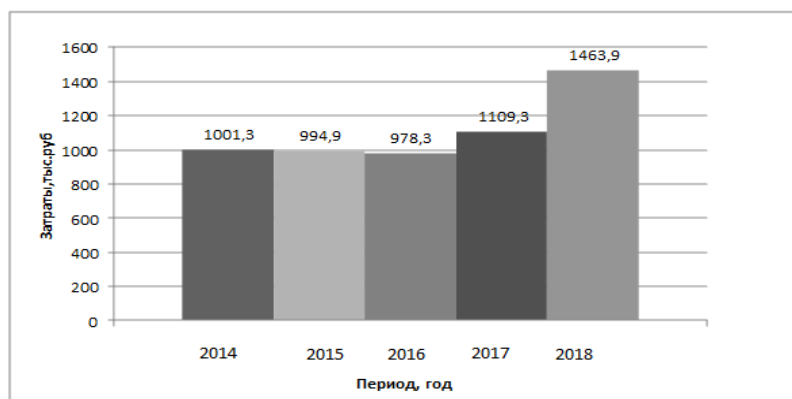


Рис. 2. Затраты на восстановление основных фондов станции



Видно, что капитальные вложения составляют 1 123,95 тыс. руб., экономический эффект равен 1 109,54 тыс. руб., срок окупаемости составляет 5,4 года (см. табл.) [19, 20].

#### Заключение

Таким образом, внедрение системы МАЛС на сортировочной станции Тайшет обеспечит безопасность маневровых и поездных передвижений, связанных с отсутствием наблюдения за светофорами; нарушениями регламента переговоров; перемещением без приказа руководителя работ; со сном на локомотиве; с превышением допустимой скорости перемещения; с указанием неправильно-

го номера локомотива и направления маршрута перемещения [21].

Кроме того, использование данной системы позволит контролировать дислокацию и перемещение локомотивов с помощью спутниковой связи; определять нарушения основных регламентирующих документов; режима скорости движения; выяснять проблемы в работе сортировочной горки.

Предложенный вариант внедрения системы МАЛС на нечетной горке сортировочной станции Тайшет позволит снизить сходы подвижного состава во время маневровой работы, связанных с человеческим фактором, и сократить затраты на восстановление основных фондов станции.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. Т. 1 / под ред. В. И. Ковалева, А. Т. Осьминой. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2019. 263 с.
2. Ковалев В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: учебник для вузов / под ред. В.И. Ковалева и А.Т. Осьминой. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2011. 440 с.
3. Сортировочные станции : учеб. пособие / М.Н. Луговцев и др. Гомель : Изд-во БелГУТ, 2009. 248 с.
4. Технологический процесс сортировочной станции Тайшет Восточно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД». М., 2016. 198 с.
5. Техническо-распорядительный акт железнодорожной станции Тайшет Восточно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД». М., 2016. 299 с.
6. Инструкция по работе нечетной сортировочной горки станции Тайшет. М., 2018. 44 с.
7. Тихонов К.К. Выбор оптимальных параметров эксплуатации железных дорог. М. : Транспорт, 2013. 234 с.
8. Рахмангулов А.Н. Железнодорожные транспортно-технологические системы. М. : 2014. 300 с.
9. Гоманков Ф.С. Омаров А.Д., Бекжанов З.С. Технология и организация перевозок на железнодорожном транспорте / Алматы : Бастау, 2014. 308 с.
10. Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация : сайт. URL: <http://mals.su> (Дата обращения: 07.02.2019).
11. Ремонт и сервисное обслуживание тягового подвижного состава : сайт. URL: <http://remtyagsservice.ru> (Дата обращения: 23.03.2019).
12. Инструкция о порядке пользования устройствами СЦБ станции Тайшет нечетная горка пост ЭЦ-1 Восточно-сибирской железной дороги. М., 2016. 28 с.
13. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации : утв. приказом Минтранса России № 162 от 4.06.12. М., 2012.
14. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации : утв. приказом Минтранса России № 162. от 4.06.12. М., 2012. 162 с.
15. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации : текст с изм. на 25 дек. 2015 г. Екатеринбург : Уралурисдат, 2015. 239 с.
16. Волков Б. А. Шульга В. Я., Кокин М. В. Экономика железнодорожного строительства и путевого хозяйства. М. : Маршрут, 2015. 512 с.
17. Оленцевич В. А. Экономика транспорта : метод. указания. Иркутск : Изд-во ИрГУПС, 2010. 40 с.
18. Методы прогнозирования и оптимизации транспортной сети с учетом мощности пассажира и грузопотоков / В.Е. Гозбенко и др. Деп. в ВИНТИ 17.04.2008, № 330-В2008.
19. Стоимость системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации // ТендерМонитор. 1М Система управления тендерами : сайт. URL: <https://www.tenmon.ru/products189> (Дата обращения: 15.04.2019).
20. Левин Д.Ю. Современные принципы и технологии оперативного управления поездной работой // Железнодорожный транспорт. 2016. № 8. С. 17–24.

### REFERENCES

1. Kovalev V.I., Os'minin A. T., Kudryavtsev V. A. et al. Upravlenie ekspluatatsionnoi rabotoi na zheleznodorozhnom transporte: uch. V 2t. T1 [Management of operational work in railway transport: a textbook. In 2 vols. Vol.1]. In Kovalev V. I., Os'minin A. T. (eds.). Moscow: FSEE "Educational methodical center for education in railway transport" Publ., 2019. 263 p.
2. Kovalev V.I., Os'minin A.T., Kudryavtsev V.A. Upravlenie ekspluatatsionnoi rabotoi na zheleznodorozhnom transporte: uchebnik dlya vuzov [Management of operational work in railway transport: a textbook for universities]. In Kovalev V. I., Os'minin A. T. (eds.). Moscow: FSEE "Educational methodical center for education in railway transport" Publ., 2011. 440 p.
3. Lugovtsev M.N. et al. Sortirovochnye stantsii: ucheb. posobie [Sorting stations: a textbook]. The Ministry of Education of the Belarus Republic, Belarus. state transp. un-ty. Gomel': BelGUT Publ., 2009. 248 p. ISBN 978 – 985 – 468 – 512 – 0.



4. Tekhnologicheskii protsess sortirovochnoi stantsii Taishet Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi - filiala OAO «RZhD» [The technological process of the Taishet sorting station of the East Siberian Railway, a branch of OAO Russian Railways]. Moscow, 2016. 198 p.
5. Tekhnicheskoe-rasporyaditel'nyi akt zheleznodorozhnoi stantsii Taishet Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi - filiala OAO «RZhD» [Technical and executive directive of the Taishet railway station of the East Siberian Railway - a branch of OAO Russian Railways]. Moscow, 2016. 299 p.
6. Instruktsiya po rabote nechetnoi sortirovochnoi gorki stantsii Taishet [Instructions for the work of the down gravity hump of the Taishet station]. Moscow, 2018. 44 p.
7. Tikhonov K.K. Vybora optimal'nykh parametrov ekspluatatsii zheleznykh dorog [The selection of optimal parameters for railway operation]. Moscow: Transport Publ., 2013. 234 p.
8. Rakhmangulov A.N. Zheleznodorozhnye transportno – tekhnologicheskie sistemy [Railway transport and technological system]. Moscow: 2014. 300 p.
9. Gomankov F.S., Omarov A.D., Bekzhanov Z.S. Tekhnologiya i organizatsiya perevozok na zheleznodorozhnom transporte [Technology and organization of rail transportations]. Almaty: Bastau Publ., 2014. 308 p.
10. Manevrovaya avtomaticheskaya lokomotivnaya signalizatsiya [Elektronnyi resurs] [Shunting automatic locomotive alarm]. URL: <http://mals.su> (07.02.2019).
11. Tekhnicheskoe obsluzhivanie sistemy [Elektronnyi resurs] [System maintenance]. URL: <http://remtyagservice.ru> (23.03.2019).
12. Instruktsiya o poryadke pol'zovaniya ustroystvami STsB stantsii Taishet nechetnaya goroka post ETs-1 Vostochno-sibirskoi zheleznoi dorogi [The instruction on the procedure for using the signaling devices of the Taishet station, down gravity hump, center EC-1 of the East Siberian Railway]. Moscow, 2016. 28 p.
13. Instruktsiya po dvizheniyu poezdov i manevrovoi rabote na zheleznodorozhnom transporte Rossiiskoi Federatsii: utv. prikazom Mintransa Rossii 4.06.12. No. 162: vvod v deistvie s 1.09.12 [Instructions on the movement of trains and shunting in the railway transport of the Russian Federation: approved by the order of the Ministry of Transport of Russia on 4.06.12. No. 162: made effective on 1.09.12]. Moscow, 2012.
14. Instruktsiya po signalizatsii na zheleznodorozhnom transporte Rossiiskoi Federatsii: utv. prikazom Mintransa Rossii 4.06.12. No. 162: vvod v deistvie s 1.09.12 [Instructions for signaling in the railway transport of the Russian Federation: approved by order of the Ministry of Transport of Russia on 4.06.12. No. 162: made effective on 1.09.12]. Moscow, 2012. 162 p. ISBN 978-5-93647-025-7.
15. Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii zheleznykh dorog Rossiiskoi Federatsii s izmen. ot 25 dek. 2015 g. [Rules for the technical operation of the railways of the Russian Federation as amended on Dec 25 2015]. *Mintrans [The Ministry of Transport]*. Ekaterinburg: Uralurizdat Publ., 2015. 239 p.
16. Volkov B. A., Shul'ga V. Ya., Kokin M. V. Ekonomika zheleznodorozhnogo stroitel'stva i putevogo khozyaistva: uchebnyk dlya vuzov [Economics of railway construction and track facilities: a textbook for universities]; in B. A. Volkov, V. Ya. Shul'ga (gen. eds.). Moscow: Marshrut Publ., 2015. 512 p.
17. Olentsevich V. A. Ekonomika transporta: metodicheskie ukazaniya [Economics of transport: guidelines]. Irkutsk: IrGUPS Publ., 2010. 40 p.
18. Gozbenko V.E., Ivankov A.N., Kolesnik M.N., Pashkova A.S. Metody prognozirovaniya i optimizatsii transportnoi seti s ucheto moshchnosti passazhiro i gruzopotokov [Methods of forecasting and optimizing the transport network, taking into account the capacity of passenger and cargo flows]. Deposited manuscript. No. 330-V2008. 17.04.2008.
19. Stoimost' sistemy manevrovoi avtomaticheskoi lokomotivnoi signalizatsii [The cost of the shunting system of automatic locomotive alarm]. URL: <https://www.tenmon.ru/products189> (15.04.2019).
20. Levin D.Yu. Sovremennye printsipy i tekhnologii operativnogo upravleniya poezdnoi rabotoi [Modern principles and technologies of operational management of train work]. *Zheleznodorozhnyi transport [Railway transport]*, 2016. No.8, pp. 17-24.

### Информация об авторах

Чубарова Ирина Александровна - к. т. н., доцент, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: ia7chubarova@gmail.com

Дудакова Анастасия Владимировна – к. т. н., доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: dunas1@yandex.ru

### Authors

Irina Aleksandrovna Chubarova - Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Subdepartment of Operational Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: ia7chubarova@gmail.com

Anastasia Vladimirovna Dudakova - Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Subdepartment of Operational Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: dunas1@yandex.ru

### Для цитирования

Чубарова И. А. Внедрение систем автоматизированного управления движением маневровых локомотивов на станциях с применением цифрового радиоканала связи / И. А. Чубарова, А. В. Дудакова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 73–79. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).73-79

### For citation

Chubarova I.A., Dudakov A.V. Implementation of automated control systems for the movement of shunting locomotives at stations using a digital radio channel [Implementation of automated control systems of station shunting locomotive movement using a digital radio channel]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2019. Vol. 64, No. 4. Pp. 73–79. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.4(64).73-79