

УДК 656.212.5

М.В. Кузин, А.В. Пультяков

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ОБЗОР СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РОСПУСКОМ СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Аннотация. В данной статье проведен обзор систем автоматизированного управления роспуском составов на сортировочной горке, предназначенных для повышения производительности и безопасности труда и ускорения процессов расформирования и формирования составов. Рассматриваются вопросы повышения перерабатывающей способности сортировочной станции, что необходимо для обеспечения высокой пропускной способности участков и всей сети железных дорог. Представлены возможные причины порчи грузов, повреждений и сходов вагонов. Приведены основные труды и разработки в области повышения уровня автоматизации работы сортировочной горки. Основное внимание в данных материалах уделено построению и модернизации математических моделей процессов во время роспуска, разработке устройств и систем автоматизации, а также цифровизации сортировочной горки. Рассмотрены базовые системы автоматизированного роспуска составов, а также современные системы, которые применяются на сети железных дорог, таких как КГМ ПК и КСАУ СП. В заключении сформулированы задачи для дальнейших исследований по данному направлению.

Ключевые слова: сортировочная станция, сортировочная горка, безопасность роспуска составов, автоматизация, грузоперевозки.

M. V. Kuzin, A. V. Pulyakov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

OVERVIEW OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR THE DISSOLUTION OF WAREHOUSES ON SORTING SLIDES

Annotation. This article provides an overview of automated control systems for the dissolution of trains at the sorting hill, designed to increase productivity and safety and accelerate the processes of disbandment and formation of trains. The issues of increasing the processing capacity of the marshalling yard are being considered, which is necessary to ensure high throughput of sections and the entire railway network. Possible causes of cargo damage, damage and car derailments are presented. The main works and developments in the field of increasing the level of automation of the sorting slide are presented. The main attention in these materials is paid to the construction and modernization of mathematical models of processes during the dissolution, the development of automation devices and systems, as well as the digitalization of the sorting slide. The basic systems of automated train disbanding are considered, as well as modern systems that are used on the railway network, such as KGM PK and KSAU SP. In conclusion, the tasks for further research in this area are formed.

Keywords: marshalling yard, marshalling hill, safety of train disbandment, automation, cargo transportation.

Введение

Грузоперевозки на железнодорожном транспорте составляют около 50% в общем объёме грузооборота как внутри страны, так и в международном сообщении [1, 2]. Низкая себестоимость транспортировки и высокая провозная способность подвижного состава являются несомненными достоинствами для грузоотправителей и грузополучателей. При этом отмечается постоянный рост количества перевезенного груза железнодорожным транспортом и, в связи с этим, требуется уделять пристальное внимание всем объектам инфраструктуры железных дорог и подвижному составу для того, чтобы обеспечить не только сохранность и безопасность перевозки грузов, но и увеличение провозной и перерабатывающей способности железнодорожного транспорта [3].

Для обеспечения высокой пропускной способности участков железных дорог в связи с увеличением вагонопотока, необходимо повышение перерабатывающей способности сортировочных станций, так как предельное количество пропускаемого и перерабатываемого количества поездов на участке будет определяться именно опорными сортировочными пунктами.

ми. При этом повышение перерабатывающей способности станций создаст резерв для увеличения пропуска поездов на перегонах [3].

Сортировочная станция является ключевым звеном в структуре перераспределения вагонного парка, расформирования и формирования составов, поэтому нуждается в максимальном уровне автоматизации технологических процессов.

Постановка задачи

Сортировочный процесс – один из важнейших этапов грузоперевозок, а сортировочная горка является эффективным инструментом для повышения производительности труда и ускорения процессов расформирования и формирования составов. Поэтому в настоящее время, когда на первое место выходят качественные показатели работы, роль сортировочной горки ещё более возрастает. От того, насколько эффективно функционируют механизированные и автоматизированные сортировочные горочные комплексы, зависят итоги работы всей сети железных дорог ОАО «РЖД».

На сегодняшний день развитие автоматизации сортировочного процесса на сортировочных горках достигло высокого уровня – учитывается огромное количество параметров, в том числе основных, таких как скорость и вес отцепа, профиль пути, так и второстепенных, например погодных условий. Но даже при этом на горке есть место таким явлениям, как бой груза, повреждение и сход вагонов из-за следующих причин:

- выполнение работ по регулированию скорости отцепов во время роспуска в ручном режиме;
- несовершенство учёта метеоусловий;
- выдавливание вагонов легкой весовой категории при наезде колесной пары на замедлитель или под воздействием позади идущих в отцепе вагонов тяжелых весовых категорий;
- преждевременное срабатывание замедлителя и ударение колеса о зажатые шины замедлителя;
- колебательный характер движения вагонов-цистерн, наполненных жидким грузом;
- неидеальная геометрия пути и близкое расположение стрелок из-за ограниченной территории сортировочной горки.

Целью статьи для определения направления работы, её научной новизны и практической значимости является проведение анализа существующих исследований в области повышения автоматизации работы, обеспечения и повышения перерабатывающей способности сортировочных горок.

Существующие направления исследований

Для эффективного развития железнодорожного транспорта была разработана «Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года» в которой сформулированы задачи в области модернизации сортировочных горок, в рамках решения которых ведутся разработки современных математических моделей, а также повсеместное внедрение комплексных систем автоматизированного управления сортировочным процессом [4].

В области моделирования работы сортировочных горок необходимо отметить труды Бутаковой М.А., Иванченко В.Н. и Лябаха Н.Н., которые обобщили научно-технические проблемы, связанные с моделированием информационно-управляющих систем, а также разработали адекватные математические модели, методы и алгоритмы их анализа [5-7].

В области диагностики работы сортировочных горок стоит упомянуть работы Гуды А.Н. и Панасова В.Л. Так, например, ими была предложена диагностика горочных замедлителей с использованием деревьев решений [8].

Разработка устройств и программного обеспечения для повышения автоматизации управления сортировочным процессом и обеспечения его безопасности отражена в работах Иванченко В.Н., Одикадзе В.Р., Савицкого А.Г., Соколова В.Н. и Шабельнико-

ва А.Н. Ими были разработаны комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом, программно-управляемые модули управления торможения и устройства автоматического управления маневровым движением [9-13].

В рамках современного направления цифровизации технологических процессов, в том числе разработки цифрового двойника сортировочной горки и интеллектуализации сортировочного процесса посвящены работы Ольгейзера И.А. и Шабельникова А.Н., в которых описывается разработка моделей, методов и технологий синтеза систем автоматизации сортировочных процессов на основе принципов интеллектуализации и цифровизации [14-17].

Большой вклад в становление и развитие систем автоматизации сортировочного процесса на сортировочной горке внесли сотрудники ВНИИЖТ и ГТСС.

В настоящее время передовыми исследователями и основными разработчиками в области повышения уровня автоматизации объектов инфраструктуры, в частности в области работы сортировочных горок, является Ростовский филиал АО «НИИАС». Научно-практические разработки этих предприятий широко применяются на сети ОАО «РЖД».

Обеспечение и повышение перерабатывающей способности горки

Благодаря развитию автоматизированных систем управления, повышается производительность труда и безопасность работников, сохранность вагонов и объектов инфраструктуры, а постоянное повышение интенсивности движения и грузооборота на железнодорожном транспорте вызывает необходимость в постоянной разработке новых и модернизации уже существующих методов и средств автоматизации работы сортировочных горок.

На опорных сортировочных станциях, сортировочные горки являются сложнейшей комплексной структурой, в которую входит большое количество технических устройств (быстродействующие стрелочные электроприводы, рельсовые цепи, датчики контроля стрелочных участков, вагонные замедлители с управляющей аппаратурой и т.д.) и систем горочной автоматической централизации, автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС), устройство управления прицельным торможением. Для эффективной работы всех этих элементов применяются комплексные системы управления.

Рассматривая основные принципы управления скоростью роспуска, стоит отметить две ранние версии систем АРС: АРС ЦНИИ и АРС ГТСС.

Для выполнения интервального и прицельного регулирования скоростей скатывания в системе АРС ЦНИИ определялась весовая категория, длина отцепа и его пробег, измерялись ходовые характеристики движения отцепа (его ускорение) и сопротивление его движению на кривых участках пути; учитывались внешние факторы, а затем вычислялась скорость выхода отцепов из тормозной позиции (ТП) и на этой основе осуществлялась автоматическое управление замедлителем.

Следует отметить, что данная система не являлась адаптивной, ввиду отсутствия запоминающего устройства, а управляющая аппаратура являлась единой для всех ТП.

Выявленные недостатки решала система АРС ГТСС, которая обладала следующими принципами:

- самонастройка режимов управления ТП и автоматическая корректировка программ за счет статистической обработки (накопления опыта) данных о фактических скоростях движения отцепов по замедлителям (отдельно по каждой средней весовой категории);
- использование в расчетах режимов управления замедлителями весового эквивалента удельного ходового сопротивления и выявление тенденции отклонения принятого значения от истинного.

Здесь каждая ТП имела свой комплект управляющей аппаратуры, основу которой составляют блоки следящего и управляющего устройства и устройства расчета переменного упреждения. Блок СУ непрерывно следит за несоответствием между V_{ϕ} и V_3 и выдает необходимые команды на замедлители [18].

Все эти системы строились сначала на релейной технике, а затем на электронных схемах, которые на текущий момент считаются устаревшими.

На сегодняшний день на сети железных дорог ОАО «РЖД» применяются такие системы, как Комплекс горочный микропроцессорный на базе промышленных компьютеров (КГМ ПК), Комплексная система автоматизированного управления (КСАУ СП) и зарубежная MSR 32, новейшая система, которая применяется только на станции Лужская [19].

КГМ ПК широко применяется на сети дорог, в том числе и на ВСЖД. Эта система представляет собой взаимосвязанные между собой путевые устройства и программно-аппаратный комплекс, обеспечивающие расчет переменной скорости роспуска, контроль расцепа отцепов, управление маршрутами их движения и контроль хода роспуска, регулирование скоростей скатывания отцепов по тормозным позициям, контроль заполнения путей, учет накопления вагонов в зоне парка формирования, оперативное управление и отображение хода роспуска [20].

Недостатком данной системы является её недостаточный уровень надежности и безопасности в работе, обусловленный отсутствием возможности обнаружения предотказных состояний напольных устройств и неправильным расчетом скоростей выхода отцепов из тормозных позиций. Это происходит из-за того, что расчеты основаны исключительно на весе, длине отцепов и их скорости, без учета воздействия текущих метеоусловий, которые могут изменять ходовые характеристики вагонов. Структурная схема КГМ ПК представлена на рисунке 1.

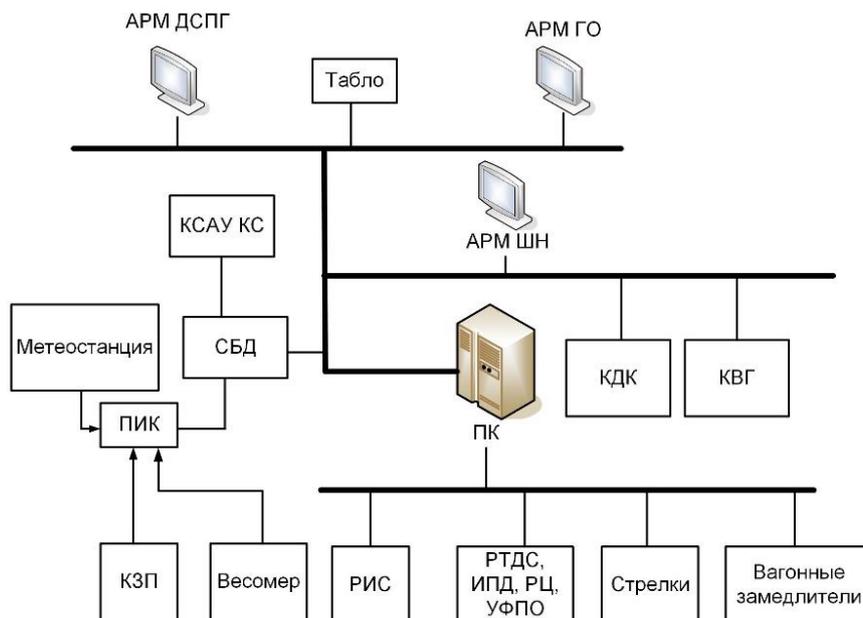


Рисунок 1 – Структурная схема КГМ ПК

На замену КГМ ПК была разработана более современная система КСАУ СП. Она точнее прогнозирует движение отцепа по сортировочной горке, включает в расчет метеоусловия, а также сохраняет в базе данных информацию о роспуске длительное время для анализа работы системы в тех или иных случаях. Структурная схема изображена на рисунке 2.

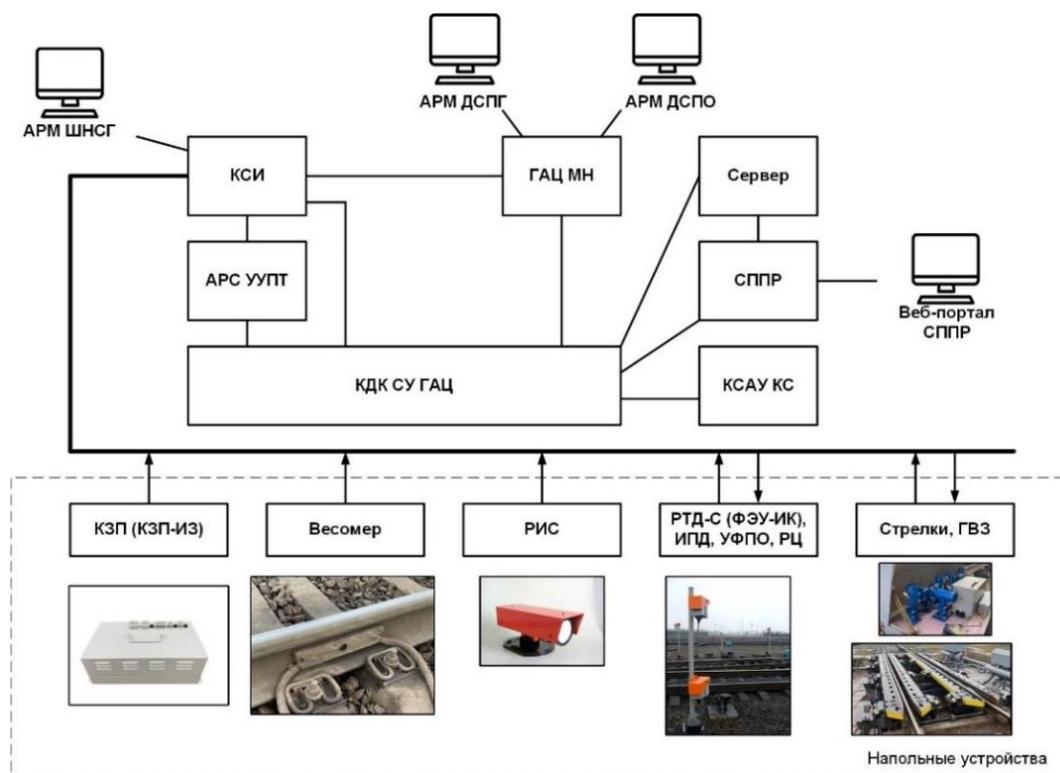


Рисунок 2 – Структурная схема КСАУ СП

Преимущество системы КСАУ СП заключается в том, что при её внедрении не требуется изменять план и профиль спускной части и путей сортировочного парка, в отличие от зарубежных систем, которые обычно требуют увеличения высоты горба, применения специального профиля на спускной части горки и корректировки профиля сортировочных путей.

Система КСАУ СП обладает интерфейсами для взаимодействия со всеми существующими и перспективными системами цифровой сортировочной станции.

В КСАУ СП внедрены инновационные адаптивные алгоритмы управления, которые могут управлять различными типами вагонных замедлителей и управляющей аппаратуры, предлагая возможность увеличения до 16 ступеней управления торможением. Это позволило достичь почти 100% точности работы замедлителей с длинной шиной и электронной аппаратурой в автоматическом режиме, а также обеспечить экономию сжатого воздуха и электроэнергии [21].

Все эти системы основаны на базовых принципах автоматического расчета скорости и управления прицельным торможением. Также ведется разработка интеллектуальных информационно-управляющих систем с использованием методов искусственного интеллекта и технологий больших данных.

Заключение

На автоматизированных горках малой мощности, внедрение передовых систем является экономически нецелесообразно, ввиду высокой стоимости модернизации устаревшего оборудования и внедрения комплексов автоматизированного управления сортировочным процессом. Так, например, на нечетной горке станции Иркутск-Сортировочный невозможна реализация подсистемы АРС из-за отсутствия устройств контроля заполнения пути, поэтому управление скоростью отцепов происходит в ручном режиме.

Таким образом, целью исследования является совершенствование существующих математических моделей, используемых для аналитических методов управления сортировочным процессом, а также разработка устройства для повышения уровня автоматизации.

Анализ работы систем автоматизации сортировочных горок показывает, что создание интегрированных систем управления технологическими процессами требует проведение исследований и проработки алгоритмов команд управления на низовом уровне.

Результатами работы будут являться методика и алгоритмы регулирования скорости роспуска составов на сортировочных горках, учитывающие план и профиль пути, параметры технических средств торможения отцепов и динамику скатывания отцепов, а также устройство для повышения уровня автоматизации работы сортировочных систем. Полученные результаты позволят повысить надежность роспуска составов на сортировочных горках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грузооборот и пассажирооборот на железнодорожном транспорте: [Электронный ресурс] // ТК "Карго". URL: <https://cargotk.com/news/gruzooborot-i-passazhirooborot-na-zheleznodorozhnom-transporte/> (дата обращения: 18.05.2024).

2. Хусаинов Ф.И. Доли различных видов транспорта в транспортной работе 2023г. [Электронный ресурс] // LiveJournal URL: https://f-husainov.livejournal.com/890662.html?utm_source=vksharing&utm_medium=social (дата обращения: 18.05.2024).

3. Выскребенцев И.С. Анализ грузооборота на железнодорожном транспорте России и в странах СНГ / И. С. Выскребенцев, Л. А. Фролова // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : Сб. мат-ов VI Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т., Чебоксары, 18.06.2017г. / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. Т. 2. – Чебоксары: ООО «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс»», 2017. – С. 94-96. – EDN YZECVX.

4. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 г. № 877-р. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010> (дата обращения 21.05.2024).

5. Бутакова М.А. Разработка программно-математического обеспечения автоматизации сортировочных горок / М. А. Бутакова // Вопросы совершенствования систем автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте : Межвуз. сбор. науч. тр. / МПС СССР, РГУПС. – Ростов н/Дону : РГУПС, 1996. – С. 15-19. – EDN EQISOO.

6. Бутакова М.А. Модели потоков данных и информационных систем на транспорте : специальность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» : дисс. на соискание ученой степени д.т.н. / Бутакова Мария Александровна. – Ростов н/Дону, 2006. – 350 с. – EDN NORDZH.

7. Лябах Н.Н. Математические основы разработки и использования машинного интеллекта : моногр. / Н. Н. Лябах ; Сев.-Кав. научный центр высшей школы, РГУ. – Ростов н/Дону : РГУ, 1990. – 112 с. – EDN XDWAVF.

8. Гуда А.Н. Диагностика горочных замедлителей с использованием деревьев решений и бутстреп-критериев / А. Н. Гуда, В. Л. Панасов // Вестник РГУПС. – 2008. – № 2(30). – С. 43-46. – EDN JPJDBR.

9. Авторское свидетельство № 1799779 А1 СССР, МПК В61L 17/00. Устройство для автоматического управления маневровыми передвижениями на сортировочной горке : № 4913715 : заявл. 22.02.1991 : опубл. 07.03.1993 / В. Н. Иванченко, Н. Н. Лябах, А. В. Вершинин [и др.] ; заявитель Ростовский филиал всесоюзного НИИАС. – EDN YFVXSM.

10. Патент № 2403162 С1 Российская Федерация, МПК В61L 27/00. Многоуровневая система управления и обеспечения безопасности движения поездов для крупных железнодорожных станций : № 2009122568/11 : заявл. 15.06.2009 : опубл. 10.11.2010 / А. Г. Савицкий, А. Г. Литвин, М. В. Ильичев [и др.] ; заявитель ООО «РЖД». – EDN TGWBQU.

11. Савицкий А.Г. Комплексная система автоматизированного управления сортировочным процессом : специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок» :

дисс. на соискание ученой степени к.т.н. / Савицкий Александр Григорьевич. – Москва, 2005. – 168 с. – EDN NNLULL.

12. Патент на полезную модель № 85432 U1 Российская Федерация, МПК В61L 17/00. Программно-аппаратный модуль устройства управления прицельным торможением для плавного управления тормозными средствами : № 2009112189/22 : заявл. 02.04.2009 : опубл. 10.08.2009 / В. Н. Соколов, В. Р. Одикадзе ; заявитель ООО «РЖД». – EDN LBFVGI.

13. Одикадзе В.Р. Развитие технологии и разработка средств мониторинга функционирования систем автоматизации сортировочных процессов : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : дисс. на соискание ученой степени к.т.н. / Одикадзе Владимир Ромазович. – Ростов н/Дону, 2008. – 198 с. – EDN NQHMKL.

14. Ольгейзер И.А. Цифровой двойник сортировочной горки / И. А. Ольгейзер // Автоматика, связь, информатика. – 2020. – № 1. – С. 20-22. – DOI 10.34649/AT.2020.1.1.003. – EDN SZRZSK.

15. Ольгейзер И.А. Разработка средств и методов учета влияния климатических условий в управлении сортировочными процессами : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : дисс. на соискание ученой степени к.т.н. / Ольгейзер Иван Александрович. – Ростов-на-Дону, 2010. – 152 с. – EDN QFBEXZ.

16. Шабельников А.Н. Разработка теории и методов автоматизации управления сложными процессами на сортировочной станции : специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)» : дисс. на соискание ученой степени д.т.н. / Шабельников Александр Николаевич. – Москва, 2005. – 344 с. – EDN NNSGQD.

17. Шабельников А.Н. Синтез системы управления сортировочной горкой железнодорожной станции на основе использования опыта и знаний эксперта / А. Н. Шабельников // Известия ТРТУ. – 2003. – № 2(31). – С. 43-51. – EDN KWDHYD.

18. Шелухин В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок // Учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2005. — 240 с.

19. Чапский С.Ю. Анализ зарубежного опыта автоматизации процесса работы сортировочной станции / С. Ю. Чапский // Тихомировские чтения: Синергия технологии перевозочного процесса : Материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 10–11 декабря 2020 года / Под общ. ред. А.А. Ерофеева. – Гомель: УО «БелГУТ», 2021. – С. 410-413. – EDN FCNPHQ.

20. Иванченко В.Н. Новые информационные технологии: интегрированная информационно-управляющая система автоматизации процесса расформирования-формирования поездов / Ковалев С.М., Шабельников А.Н. // Учеб. – Ростов н/Д: РГУПС, 2002. – 276 с.

21. Шабельников, А. Н. Комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом и горочных технических средств // Евразия Вести [Электронный ресурс]. - 2018. - № XII. - С. 13. - Режим доступа: <http://www.eav.ru/pub11.php?publid=2018-12a09>. - Дата доступа: 21.05.2024.

REFERENCES

1. Cargo turnover and passenger turnover in railway transport: [Electronic resource] // TC "Cargo". URL: <https://cargotk.com/news/gruzooborot-i-passazhirooborot-na-zheleznodorozhnom-transporte/> (date of reference: 05/18/2024).

2. Khusainov F.I. Shares of various types of transport in transport work 2023. [Electronic resource] // LiveJournal URL: https://f-husainov.livejournal.com/890662.html?utm_source=vksharing&utm_medium=social (date of publication: 05/18/2024).

3. Vyskrebentsev I.S. Analysis of freight turnover in railway transport in Russia and in the CIS countries / I. S. Vyskrebentsev, L. A. Frolova // Science, education, society: trends and prospects of development : Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Con-

ference. In 2 volumes, Cheboksary, 06/18/2017 / Editorial board: O.N. Shirokov [et al.]. Vol. 2. – Cheboksary: Interactive Plus Center for Scientific Cooperation, LLC, 2017. – pp. 94-96. – EDN YZECVX.

4. Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation until 2030 [Electronic resource]: approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated 06/17/2008 No. 877-R. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010> (accessed 05/21/2024).

5. Butakova M.A. Development of software and mathematical support for automation of sorting slides / M. A. Butakova // Issues of improving automation, telemechanics and communication systems in railway transport : Interuniversity. collection of scientific tr. / MPS of the USSR, RGUPS. – Rostov N./Don : RSUPS, 1996. – pp. 15-19. – EDN EQISOO.

6. Butakova M.A. Models of data flows and information systems in transport : specialty 05.13.18 "Mathematical modeling, numerical methods and software packages" : diss. for the degree of Doctor of Technical Sciences / Butakova Maria Alexandrovna. – Rostov-on-Don, 2006. – 350 p. – EDN NORDZH.

7. Lyabakh N.N. Mathematical foundations of the development and use of machine intelligence : monograph / N. N. Lyabakh ; Sev.-Kav. scientific Center of Higher School, Russian State University. – Rostov N./Don : Russian State University, 1990. – 112 p. – EDN XDWAVF.

8. Guda A.N. Diagnostics of mountain retarders using decision trees and bootstrap criteria / A. N. Guda, V. L. Panasov // Bulletin of the Russian State Pedagogical University. – 2008. – № 2(30). – Pp. 43-46. – EDN JPJDBR.

9. Copyright certificate No. 1799779 A1 USSR, IPC B61L 17/00. Device for automatic control of maneuvering movements on the sorting slide : No. 4913715 : application. 02/22/1991 : publ. 03/07/1993 / V. N. Ivanchenko, N. N. Lyabakh, A.V. Vershi-nin [et al.] ; applicant Rostov branch of the All-Union NIIAS. – EDN YFVXSM.

10. Patent No. 2403162 C1 Russian Federation, IPC B61L 27/00. Multilevel train traffic management and safety system for large railway stations : No. 2009122568/11 : application 15.06.2009 : publ. 10.11.2010 / A. G. Savitsky, A. G. Litvin, M. V. Ilyichev [et al.] ; applicant LLC "Russian Railways". – EDN TGWBQU.

11. Savitsky A.G. Integrated system of automated control of the sorting process : specialty 05.22.08 "Management of transportation processes" : diss. for the degree of Candidate of Technical Sciences / Savitsky Alexander Grigorievich. – Moscow, 2005. – 168 p. – EDN NNLULL.

12. Utility Model Patent No. 85432 U1 Russian Federation, IPC B61L 17/00. Software and hardware module of the aiming braking control device for smooth control of braking means : No. 2009112189/22 : application 02.04.2009 : publ. 10.08.2009 / V. N. Sokolov, V. R. Odikadze ; applicant LLC "Russian Railways". – EDN LBFVGJ.

13. Odikadze V.R. Technology development and development of monitoring tools for automation systems of sorting processes : specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and productions (by industry)" : diss. for the degree of Candidate of Technical Sciences / Odikadze Vladimir Romazovich. – Rostov-on-Don, 2008. – 198 p. – EDN NQHMKL.

14. Olgeizer I.A. The digital double of the sorting slide / I. A. Olgeizer // Av-tomatika, svyaz, informatika. - 2020. – No. 1. – pp. 20-22. – DOI 10.34649/AT.2020.1.1.003. – EDN SZRZSK.

15. Olgeizer I.A. Development of tools and methods for accounting for the influence of climatic conditions in the management of sorting processes : specialty 05.13.06 "Automation and management of technological processes and industries (by industry)" : diss. for the degree of Candidate of Technical Sciences / Olgeizer Ivan Alexandrovich. – Rostov-on-Don, 2010. 152 p. – EDN QFBEXZ.

16. Shabelnikov A.N. Development of theory and methods of automation of control of complex processes at a marshalling yard : specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and productions (by industry)" : diss. for the degree of Doctor of Technical Sciences / Shabelnikov Alexander Nikolaevich. – Moscow, 2005. – 344 p. – EDN NNSGQD.

17. Shabelnikov A.N. Synthesis of the control system of the sorting slide of the railway station based on the use of the experience and knowledge of an expert / A. N. Shabelnikov // Izvestiya TRTU. – 2003. – № 2(31). – Pp. 43-51. – EDN KWDHYD.

18. Shelukhin V.I. Automation and mechanization of sorting slides // Textbook for technical schools and colleges of railway transport. — M.: Route, 2005. — 240 p.

19. Chapsky S.Yu. Analysis of foreign experience in automating the process of operation of the sorting station / S. Yu. Chapsky // Tikhomirov readings: Synergy of the technology of the transportation process : Materials of the International Scientific and Practical Conference, Gomel, December 10-11, 2020 / Under the general editorship of A.A. Yerofeyev. Gomel: BelGUT Publishing House, 2021. – pp. 410-413. – EDN FCNPHQ.

20. Ivanchenko V.N. New information technologies: an integrated information and control system for automating the process of disbanding and forming trains / Kovalev S.M., Shabelnikov A.N. // Textbook – Rostov n/A: RGUPS, 2002. – 276 p.

21. Shabelnikov, A. N. Complex automation system for the control of the sorting process and mining equipment // Eurasia Vesti [Electronic resource]. - 2018. - No. XII. - S. 13. - Access mode: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2018-12a09>. - Access date: 21.05.2024.

Информация об авторах

Кузин Максим Витальевич – аспирант группы ТС.4-23-1, кафедра «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kuzinmv2000@outlook.com;

Пультяков Андрей Владимирович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pultyakov@irgups.ru.

Authors

Kuzin Maxim Vitalievich – postgraduate student of the TS.4-23-1 group, Department of Automation, Telemechanics and Communications, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kuzinmv2000@outlook.com;

Puliyakov Andrei Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Automation, Telemechanics and Communications», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pultyakov@irgups.ru.