

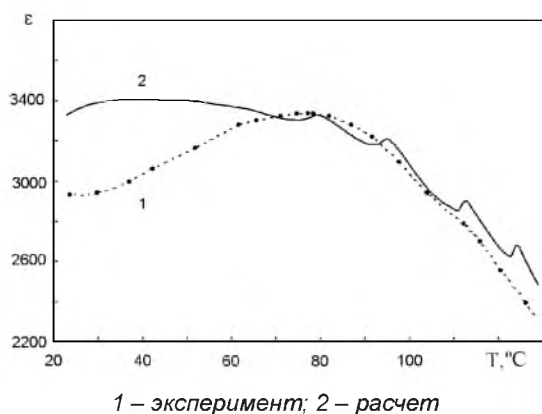


Рисунок 4 – Температурные зависимости диэлектрической проницаемости однородных образцов $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ с $x = 0 - 0,3$

Список использованных источников

1. Gevorgian S. Barium Strontium Titanate (review). Gothenburg, Sweden, 2005. – 20 p.
2. El-Naggar, M. Y. Graded ferroelectric capacitors with robust temperature characteristics / M.Y. El-Naggar, K. Dayal, D.G. Goodwin, K. Bhattacharya // J. Appl. Phys. – 2006. – Vol. 100. – P. 114115–114120.
3. Shut, V. N. Compositionally Graded BST Ceramics Prepared by Tape Casting / V. N. Shut, S. R. Syrtsov, V. L. Trublovsky, A. D. Poleyko, S. V. Kostomarov, L. P. Mastyko // Ferroelectrics. – 2009. – Vol. 386. – P. 125–132.

УДК: 656.25:62-52

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЦИФРОВОЙ РАДИОКАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Розенберг Е. Н.¹, д.т.н., проф., Новиков В. Г.², канд. техн. наук

¹Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), г. Москва, Российская Федерация

²Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация

Реферат. Статья посвящена рассмотрению децентрализованной архитектуры систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, использующих цифровой радиоканал передачи данных, которая предполагает отсутствие каких либо логических функций, обеспечивающих безопасность движения на стороне стационарных устройств инфраструктуры.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, системы управления, безопасность движения поездов, бортовые устройства безопасности, система интервального регулирования, цифровой радиоканал, архитектура систем.

Интеллектуализация современных систем управления и обеспечение безопасности движения железных дорог и метрополитенов в настоящее время тесно связана с использованием цифрового радиоканала передачи данных (далее РК). Применение цифрового радиоканала необходимо для повышения пропускной способности линий, модернизации устаревших систем, повышения надежности технических средств, расширения функциональных возможностей технических комплексов и применения новых принципов обеспечения безопасности движения и интервального регулирования [1–3].

Концепции развития систем обеспечения безопасности движения, использующие цифровой радиоканал, должны устранить ограничения, связанные с применением традиционных технологий обеспечения движения поездов.

Стоит отметить, что в настоящее время системы управления движением поездов, использующие РК внедряются в большинстве проектов нового строительства, а также при модернизации линий пригородного железнодорожного транспорта, метрополитена и других

систем городского рельсового транспорта в мире. Технические решения, разработанные различными компаниями, отличаются алгоритмами реализации, применяемыми интерфейсами, структурными и архитектурными решениями и местными условиями эксплуатации. Появившиеся технологии применения РК создают условия для дальнейшего развития, оптимизации и унификации архитектуры решений.

В системах управления и обеспечения безопасности используют принципы многоуровневых архитектур [4–5]. Существует несколько основных типов архитектур [6], которые можно классифицировать по расположению оборудования, которое выполняет основные функций по обеспечению безопасности движения поездов.

С появлением современных бортовых устройств обеспечения безопасности движения произошло значительное смещение функций интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов от стационарных систем на подвижной состав по сравнению с традиционными системами железнодорожной автоматики и телемеханики, использующими фиксированные блок-участки и светофорную сигнализацию.

Децентрализованная архитектура систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, использующих цифровой радиоканал передачи данных (далее – СУиОБДП РК) предполагает отсутствие каких-либо логических функций, обеспечивающих безопасность движения на стороне стационарных устройств инфраструктуры (рис. 1).

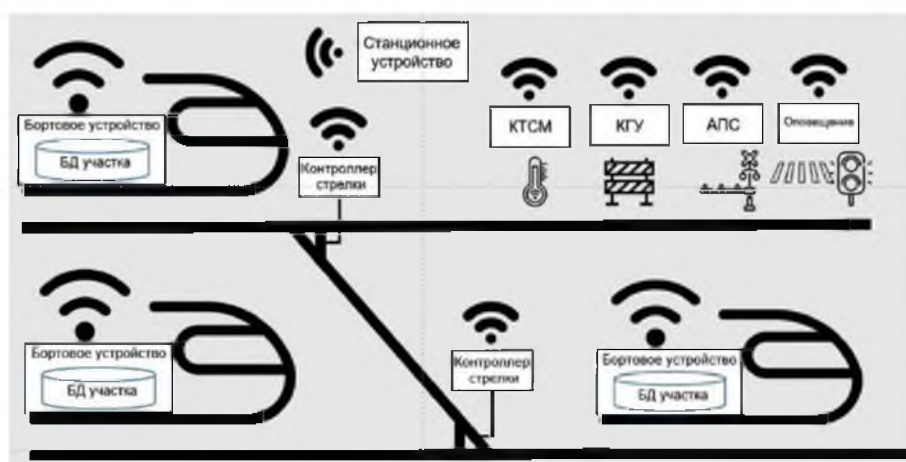


Рисунок 1 – Информационные потоки при децентрализованной архитектуре

Вся логика обеспечения безопасности поездов при проследовании маршрутов на станции, включая управление переводом стрелок, резервирование и размыкание секций маршрута, интервальное регулирование движения, контроль полносоставности, нагрева букс [7], диагностика исправности узлов, контроль открытия и закрытия дверей, интеллектуальный контроль поведения пассажиров (для пассажирских поездов) реализуется бортовым устройством обеспечения безопасности. Децентрализованные системы управления движением поездов могут использовать технологии блокчейна (Blockchain – цепочка блоков данных) [8]. Блокчейн – непрерывная последовательная цепочка сообщений, содержащих информацию о параметрах поезда. Связь между блоками обеспечивается не только нумерацией, но и тем, что каждый блок содержит свою собственную хеш-сумму и хеш-сумму предыдущего блока[9].

При такой архитектуре в бортовом устройстве каждого поезда имеется база данных о линии с информацией о всех ее параметрах, включая объекты управления, постоянные ограничения скорости, объекты в пути следования, путевые устройства диагностики подвижного состава (КГУ, КТСМ), переездные устройства (АПС). Каждый поезд, зная свое местоположение [10] напрямую обменивается данными с этими объектами (станционными устройствами, стрелками, устройствами диагностики, устройствами ограждения переезда, устройствами оповещения на переходах и работающих на путях сотрудников и т. п.), а также с соседними поездами.

При движении по линии поезд управляет положением стрелок, которые занесены в базу данных как относящиеся к заданному маршруту, контролирует их положение и обеспечивает их перевод в требуемом положении (плюсовое или минусовое). Кроме того, поезд учитывает местоположение впереди идущего и идущего следом поездов, их длину и полносоставность,

чтобы обеспечить безопасный интервал попутного следования и не допускать следование по враждебным маршрутам. При выполнении всех этих условий поезд самостоятельно формирует значение допустимой скорости движения. После проезда стрелки поезд подтверждает ее освобождение, чтобы дать возможность другим поездам управлять этой стрелкой. Например, после проезда стрелки она должна быть освобождена поездом для получения возможности ее перевода в другое положение следующим поездом.

Поезд, отправляющийся со станции, непрерывно обменивается информацией с разными стационарными и путевыми объектами. Одновременно он обменивается информацией с идущим впереди поездом, чтобы контролировать местоположение его хвоста, и поездом, идущим вслед, чтобы сообщать ему о местоположении своего хвоста, а также передавать различную диагностическую и оповещающую информацию. Периодичность обмена данными и состав передаваемой информации определяется в каждом случае индивидуально. С оборудованием на станциях связь поддерживается до момента выхода головы поезда за точку выходного светофора, со стрелкой – до полного освобождения стрелочного участка. Может возникнуть ситуация при которой появляется необходимость одновременного обмена информацией одной стрелки сразу несколькими поездами. Примером может служить ситуация, при которой стрелка, положение которой зависит от положения других стрелок, например, две стрелки могут быть одновременно или в положении «плюс» или в положении «минус». При высокой интенсивности движения к одной стрелке могут обращаться сразу несколько поездов – идущий впереди поезд, который выполнил замыкание маршрута, в состав которого входит стрелка, и, например, поезд, идущий следом, который запрашивает состояние стрелки для формирования своего маршрута.

Идеальная децентрализованная архитектура предполагает оснащение всех поездов бортовыми устройствами обеспечения безопасности с радиоканалом. Смешанное движение с участием поездов без таких устройств или с неисправными бортовыми устройствами не допускается.

Список использованных источников

1. Способ интервального регулирования движения поездов с использованием подвижных координатных отрезков на участках без путевых светофоров: Патент № 2828493 С1 Российская Федерация / В. В. Батраев, Н. А. Бояринова, В. А. Воронин [и др.]: Оpubл. 14.10.2024.
2. Бестемьянов, П. Ф. Алгоритмы управления и математическое моделирование интервального движения поездов / П. Ф. Бестемьянов, Л. А. Баранов // Электротехника. – 2023. – № 9. – С. 2–5. – DOI 10.53891/00135860_2023_9_2. – EDN IRPYRA.
3. Диспетчерская централизация Московского метрополитена : учебное пособие / А. И. Сафронов, В. Г. Новиков, А. Ю. Ярославцев [и др.]. – Москва : Российский университет транспорта, 2019. – 130 с. – EDN CJRQLC.
4. Розенберг, Е. Н. Многоуровневая система управления и обеспечения безопасности движения поездов / Е. Н. Розенберг, В. И. Талалаев // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 6. – С. 4–8. – EDN UCZFOD.
5. Интеллектуализация управления перевозочным процессом скоростного транспорта городских агломераций / В. Г. Сидоренко, А. И. Сафронов, Е. В. Копылова [и др.] // Интеллектуальные транспортные системы : материалы II Международной научно-практической конференции, Москва, 25 мая 2023 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2023. – С. 368–377. – DOI 10.30932/9785002182794-2023-368-377. – EDN MKXIPX.
6. Ефремов, А. Ю. Эволюция систем CBTC компании Siemens / А. Ю. Ефремов // Железные дороги мира. – 2025. – № 1. – С. 41–45. – EDN IKHSPC.
7. Системы автоматического бесконтактного выявления перегрева букс подвижного состава Московского метрополитена / Г. И. Костинский, К. Л. Шляховский, В. Г. Новиков, Л. Н. Логинова // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 1. – С. 52–56. – EDN HJDYCY.
8. Блокчейн на цифровой железной дороге Германии / О. Н. Покусаев, В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – Т. 6, № 2. – С. 43–53. – EDN YNIREX.
9. Видюков, А. М. Применение блокчейна на железной дороге / А. М. Видюков // Актуальные проблемы транспортной отрасли в России и за рубежом : материалы IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции на иностранных языках, Новосибирск,

03 ноября 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 85–90. – EDN DJDABA.

- 10.Ефремов, А. Ю. Применение технологии UWB для высокоточного определения местоположения поездов / А. Ю. Ефремов // Железные дороги мира. – 2023. – № 1. – С. 52–56. – EDN SUHBNB.

УДК 658.5

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Совина А. Р., асс.

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Реферат. В статье рассматриваются возможности применения методов машинного обучения на производствах легкой промышленности на примере конкретных задач цифровизации производства. Автор затрагивает международный опыт данной темы. Предполагается, что цифровые преобразования поспособствуют реализации идеи «Фабрики будущего».

Ключевые слова: машинное обучение, цифровизация, легкая промышленность, «Фабрика будущего».

Тенденции применения технологически-инновационных решений в промышленности стали неотъемлемыми показателями успешной деятельности предприятия, легкая промышленность не исключение. Концепция «Индустрия 4.0» включает в себя полномасштабное цифровое развитие предприятия: автоматизацию и роботизацию производственных и бизнес-процессов, создание цифровых двойников, а также повсеместное внедрение искусственного интеллекта, в том числе машинного обучения, в технологические процессы [1]. Такое развитие задает векторы развития технологических инноваций в легкой промышленности.

В данном исследовании рассмотрим машинное обучение в качестве одного из нескольких передовых инструментов для обеспечения перехода текстильной и легкой промышленности к «Индустрии 4.0». С точки зрения отрасли данная концепция предполагает цифровизацию и интеграцию технологических, производственных и бизнес-процессов по вертикали в рамках всего предприятия, начиная от разработки продуктов и закупок и заканчивая производством, логистикой и обслуживанием в процессе эксплуатации [2].

Китайские ученые исследуют вопрос применения машинного обучения в легкой промышленности довольно глубоко. Объясняя ростом числа онлайн-покупок, в 2018 году учеными из Китая была предложена [3] модель для оценки подгонки одежды с использованием технологии машинного обучения (рис. 1). В качестве входных данных для модели было предложено взять данные о давлении одежды на различные части тела, полученные с помощью 3D-моделирования одежды в САПР, а выходным параметром – прогнозируемый результат посадки одежды (сядет или не сядет). Результаты тестирования показали, что давление, оказываемое одеждой на тело, является более точным показателем, чем запас на свободу облегания, для оценки посадки одежды, а данные метод оценки посадки одежды на основе машинного обучения обеспечивают более высокую точность прогнозирования.

Другими китайскими исследователями был представлен [4] вероятностный подход определения наиболее продаваемых товаров в индустрии модной одежды, основанный на порядковой логистической регрессии.

Исследования Д. Партида показали, как машинное обучение может быть применимо на производствах при оценке ткани, например, определяя длину тонких, толстых и штапельных волокон, точно распределяя их с помощью искусственной нейронной сети. Для обнаружения дефектов ткани используется ИИ «мудрый глаз», соединенные с двигателем станка осветительная LED-система и камера [5].