

Обзорная статья
УДК 656.2:681.5
doi: 10.46684/2687-1033.2025.3.289-294
EDN WNVZEY

Новые системы управления и обеспечения безопасности на зарубежных железных дорогах (2025)

В.И. Тиверовский

Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН); г. Москва, Россия;
Tiverovsky@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4114-9525>

АННОТАЦИЯ

Приведены основные данные о создании и внедрении новых систем управления и обеспечения безопасности движения поездов на зарубежных железных дорогах по состоянию на 2024 г. Особое внимание уделено европейской системе управления поездом (ETCS) и ее поэтапному внедрению. Большое значение имеет цифровая централизация стрелок и сигналов (DSTW). Отмечены трудности внедрения систем ETCS и DSTW. Для управления движением поездов на железных дорогах в Европе создана европейская система управления железнодорожным движением ERTMS, указаны медленные темпы ее внедрения. Представлены данные о цифровизации на примере железнодорожного транспорта Германии, а также Австрии, Швейцарии и других стран. Продемонстрирован ряд проектов и систем, связанных с цифровизацией, развитием инфраструктуры, оборудованием локомотивов бортовыми устройствами, обеспечением кибербезопасности и автоматическим управлением движения поезда. Взамен действующей системы мобильной связи стандарта GSM-R создается система FRMCS нового поколения 5G. В работах по цифровизации и автоматизации широко используются моделирование, искусственный интеллект и другие современные инструменты и технологии.

Ключевые слова: железные дороги; цифровизация; европейская система управления движением поезда (ETCS); безопасность; автоматическое управление; цифровая система централизации стрелок и сигналов (DSTW); европейская система управления железнодорожным движением (ERTMS)

Для цитирования: Тиверовский В.И. Новые системы управления и обеспечения безопасности на зарубежных железных дорогах (2025) // Техник транспорта: образование и практика. 2025. Т. 6. Вып. 3. С. 289–294. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2025.3.289-294>. EDN WNVZEY.

Review article

New control and safety systems on foreign railways (2025)

Vladimir I. Tiverovsky

All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences; Moscow, Russian Federation;
Tiverovsky@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4114-9525>

ABSTRACT

The main data on creation and implementation of new systems for control and safety of trains on foreign railways as of 2024 are given. Special attention is paid to the European Train Control System (ETCS) and its phased implementation. Difficulties in introducing the system are discussed. The European ERTMS system has been set up in Europe to manage train traffic on the railways and its implementation has been slow. Digitalization data are given based on the example of German railways. A number of projects and systems related to digitalization, infrastructure development, cyber security and automatic train control are highlighted.

Keywords: railways; digitalization; European Train Control System (ETCS); safety; automatic control; Digital Switching System (DSTW); European Rail Traffic Management System (ERTMS)

For citation: Tiverovsky V.I. New control and safety systems on foreign railways (2025). *Transport technician: education and practice*. 2025;6(3):289-294. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2025.3.289-294>. EDN WNVZEY.

© В.И. Тиверовский, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация на железных дорогах в странах Европы в настоящее время является глобальным направлением развития железнодорожного транспорта. Это направление включает создание и внедрение новых систем управления и автоматизации управления поездами и поездным движением, создания систем безопасности движения в сочетании с обеспечением экологичности развития транспорта. Степень цифровизации и автоматизации в разных странах различается, так как эта тенденция развития требует значительных инвестиций и учета национальных особенностей и фактического состояния железных дорог в стране. В наибольшей мере перспективы и требования к цифровизации определены в Европе для стран-членов Европейского союза.

ЕВРОПЕЙСКИЕ СИСТЕМЫ

Внедрение европейской системы управления поездом ETCS (European Train Control System) в Европе идет уже более 20 лет, но более медленными темпами, чем планировалось изначально. Эта система многоуровневая, что позволяет организовать ее реализацию по уровням или этапам. К концу 2023 г. система ETCS действовала лишь на 3 % всей европейской железнодорожной сети. Это связано с высокими затратами и техническими проблемами. На нынешнем этапе внедрения системы ETCS сложно установить конкретный срок достижения совместимости в европейской сети железных дорог. Отсутствие реальной технической совместимости означает частично неизмеримые затраты для управляющих инфраструктурой и железнодорожных компаний. Это также включает поддержание различных систем как со стороны железнодорожной инфраструктуры, так и со стороны оператора. Поэтому текущий статус и продвижение внедрения системы ETCS в Европейском союзе важны для всех участников железнодорожного рынка от управляющих инфраструктурой, железнодорожных компаний, органов безопасности (NSA) до Европейской комиссии.

Железнодорожное агентство (ERA) считает, что внедрение и производство системы представляют большой интерес и должны являться предметом обсуждения. Например, участники конференции ERA ERTMS 2024 в Валансьене отметили, что единственный способ ускорить процесс — это изменить мышление и перейти от коридорного к зональному внедрению ETCS. Однако это означает, что государства-члены должны прилагать больше усилий и преодолевать многочисленные препятствия. Первой проблемой в таких случаях всегда служит

необходимость обеспечить финансирование инвестиционных проектов, особенно с учетом растущего уровня инвестиций в экономику, в частности в связи со значительными затратами на внедрение водородных технологий в металлургическую промышленность для защиты климата. Еще одной проблемой является операционная инфраструктура, оснащенная системами и оборудованием старого поколения, несовместимая с системой 2-го уровня (ETCS Level 2) [1].

Представляет определенный интерес подход Германии к вопросам перспектив развития железных дорог страны. Железнодорожный транспорт — наиболее экологически чистый вид транспорта и поэтому он — один из центральных элементов транспортного развития в Германии. Прогнозируется, что к 2030 г. количество пассажиров удвоится. Это требует более высокого качества и большей пропускной способности железнодорожной сети. Благодаря отраслевой инициативе по цифровизации железнодорожного транспорта страны (Digital Rail Germany, DSD), Германские железные дороги (Deutsche Bahn AG, DB) промышленность и бизнес разрабатывают инновационные и интеллектуальные технологии и оснащают ими железнодорожную сеть страны. Основой служит комплексное оснащение ETCS и цифровой централизацией стрелок и сигналов (DSTW).

В течение следующих нескольких лет согласно перспективам DSD железные дороги страны должны быть постепенно оснащены технологиями ETCS и DSTW. В рамках этой структуры контроль железнодорожных операций также будет фундаментально переработан: с использованием стратегии оперативного контроля (BSS), для чего по всей Германии будут созданы 111 производственных объектов (BSO) и 52 технологических центра (TSO), что обеспечит современное, децентрализованное и гибкое управление поездами. В будущем диспетчеры будут управлять поездами с помощью современной интегрированной системы управления (iLBS), которая будет предоставлять все оперативно необходимые приложения в современной и единой форме. В настоящее время портфель проектов DSD уже составляют около 50 инфраструктурных проектов. Это основа более современной, надежной и эффективной работы железных дорог.

Инициатива DSD представляет собой фундаментальное изменение в истории железных дорог Германии. Цифровизация железных дорог с помощью таких технологий, как ETCS и DSTW, призвана не только повысить пропускную способность, надежность и эффективность железнодорожного транспорта, но и внести важный вклад в транспортный переход. Таким образом, применение наиболее экологически чистых транспортных средств (ТС) предназначено для применения на национальном

и международном уровне и должно продвигаться на национальном уровне. Вехи, достигнутые на сегодняшний день, такие как внедрение ETCS на более чем 500 км маршрута и ввод в эксплуатацию первой системы DSTW, знаменуют начало достижения амбициозных целей DSD. Дальнейшие программы, такие как ускоренная программа и стартовый пакет, также направлены на оптимизацию и ускорение процессов и в конечном итоге на приобретение опыта для внедрения технологий DSD по всей Германии. Инфраструктурные проекты DSD создадут цифровую основу для комплексной модернизации железнодорожной сети в течение следующих нескольких лет [2].

Оснащение системой ETCS производится постепенно, отдельными участками сети. Например, компания Alstom подписала рамочное соглашение с Австрийскими федеральными железными дорогами (ÖBB) на оснащение до 449 TC (поездов Railjet и локомотивов) бортовым оборудованием европейской системы управления поездом. Первый заказ охватывает 195 поездов, находящихся в мастерских ÖBB в Линце и Вене. Предполагается внедрение базовой линии ETCS Baseline 3.6 под ответственность Alstom. Объем заказа рамочного контракта составляет более 100 млн евро, срок реализации проекта рассчитан до 2030 г. Благодаря модернизации тяговых средств до ETCS будут обеспечены долгосрочные, надежные трансграничные пассажирские и грузовые перевозки, одновременно увеличивая пропускную способность и сохраняя низкие затраты на техническое обслуживание [3].

Приведем еще один пример. Объединение различных продуктов управления и сигнализации на железных дорогах больше не является недостижимой целью. Всегда стоял вопрос о том, как различное цифровое и сигнальное оборудование функционирует и взаимодействует между собой в процессе работы. В далекой от Европы Индии уже успешно действует региональная система скоростного железнодорожного транспорта протяженностью 82 км, соединяющая в Индии Дели с Меерутом, которая использует функцию АТО с гибридом GoA 2 и европейскую систему 3-го уровня — ETCS Level 3 (L3) с радиосистемой LTE и дверями-ширмами на платформе (PSD). При полном завершении проекта время в пути для пассажиров радикально сократилось со 100 до 60 мин. Проект был разработан и реализован также компанией Alstom [4].

После принятия стратегии внедрения ETCS железнодорожным компаниям (EVU) необходимо оценить линии и TC, затронутые внедрением ETCS, чтобы учитывать меняющиеся критерии доступа к сети в будущем. С точки зрения DB Regio AG, как одного из крупнейших владельцев TC на местном транспорте, классифицирована текущая исходная ситуация и определены ее последствия. Помимо

фактического переоборудования TC, следует учитывать дополнительные аспекты, такие как квалификация персонала. Стоит также принимать во внимание финансирование конверсионных мощностей. Ожидается, что благодаря комплексной цифровизации маршрутной сети в Германии, проводимой DB InfraGO AG, пропускная способность маршрутов увеличится, а операции станут более стабильными и экономически эффективными. В зависимости от структуры собственности TC, договорных обязательств по отношению к третьим лицам и организационной поддержки со стороны собственной компании всегда должна быть гарантирована экономичная эксплуатация [5].

Внедрение инфраструктуры ETCS требует, чтобы большое количество TC и их типов были оснащены специальным бортовым оборудованием системы ETCS. Хотя некоторые типы TC представлены на рынке крупными парками, существует множество типов транспортных средств, парк которых невелик или даже состоит только из отдельных TC. Каждый тип TC требует высокого уровня технических усилий и соответствующих затрат. Особую проблему представляют TC в небольшом количестве и редких типах, в том числе путевые машины, также известные как «Желтый флот».

Общие затраты на установку одного TC становятся выше, если единовременные затраты приходится делить между несколькими транспортными средствами. Единовременные затраты на каждый тип TC включают проектирование электрической и механической установки, физическую установку, тестирование, утверждение, документацию, оценку и утверждение. Для проектов с небольшим количеством TC единовременные затраты являются вопросом высокого приоритета и требуют решения об эффективности в каждом конкретном случае [6].

ERTMS как европейская система управления железнодорожным движением состоит из двух элементов: системы управления поездами ETCS и системы передачи GSM-R (глобальная система мобильной связи на железных дорогах). С некоторыми допущениями можно считать, что система ETCS — система для машиниста локомотива или моторвагонного поезда, а система ERTMS — система для поездного диспетчера. GSM-R — это стандартизированная цифровая система мобильной связи второго поколения, обеспечивающая связь между поездом и землей. Европейская система управления поездами ETCS — стандартизированная общеевропейская система управления поездом, которая использует мобильную радиосвязь 2-го уровня между поездами и путевым оборудованием ETCS.

Система ETCS обеспечивает трансграничное и беспрепятственное управление движением поездов в пределах определенных параметров скорости и расстояния. Таким образом, ETCS помо-

гает повысить безопасность железнодорожных перевозок за счет сведения к минимуму факторов влияния человека. Возрастающие требования к железнодорожной связи и, как следствие, необходимость перехода к широкополосной передаче данных с коммутацией пакетов приводят к дальнейшему развитию системы передачи от GSM-R к системе уровня 5G. С изменением радиосистемы бортовая система ETCS сталкивается с новыми проблемами. Внедрение будущей системы железнодорожной мобильной связи (FRMCS) как мощной и долгосрочной системы мобильной связи возьмет на себя роль GSM-R в будущем [7].

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Цифровизация и внедрение новых систем управления и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте сопровождаются научными исследованиями и проектами. Далее рассмотрим некоторые интересные системы и проекты.

В рамках проекта Германского центра исследований железнодорожного транспорта (DZSF) сведения железнодорожной инфраструктуры записаны на открытом цифровом испытательном поле (ODT) в качестве основы для реализации будущих проектов. Данные изображений с географической привязкой были записаны и дополнены информацией для всей маршрутной сети ODT, так что становится возможной быстрая локализация широкого спектра ТС и условий окружающей среды. Оценка изображения проводилась с использованием интеллектуальных алгоритмов, специально обученных на железнодорожной инфраструктуре. Испытания в реальных условиях имеют решающее значение для успешной практической передачи технических или эксплуатационных инноваций на железнодорожном транспорте. Для этой цели необходима открытая доступная инфраструктура тестирования. DZSF создает ODT как независимую платформу для науки и бизнеса: открытую для тестирования при реальном доступе и ориентированную на цифровые инновации в различных условиях. Испытательное поле предлагает пространство для тестирования по всему спектру исследований в области железнодорожного транспорта и, таким образом, закрывает пробел в исследовательском ландшафте.

При измерении железнодорожных маршрутов с помощью мобильных картографических систем (MMS) создаются обширные данные, которые обрабатываются для различных задач планирования и обеспечивают их полезную поддержку. Методы искусственного интеллекта (AI) вносят значительный вклад в повышение эффективности. Описанные *K*-методы могут использоваться как для трамвайных, так и для железнодорожных инфраструктур

и могут быть далее развиты для конкретных приложений. Практический опыт успешно завершенных и текущих проектов показывает преимущества использования методов искусственного интеллекта при моделировании запасов. Основой любого проектирования является качественная и полная база данных по территории планирования. Это особенно актуально в сфере железнодорожной инфраструктуры, где установлено большое количество различных объектов с эксплуатационными и обеспечивающими безопасностью функциями, например, линии контроля и техники безопасности (LST).

Моделирование играет центральную роль в разработке любой реальной системы. Оно применяет реальные данные или сценарии для моделирования функций этих систем. Разработчики и операторы каждый день используют моделирование при разработке и эксплуатации систем, чтобы протестировать определенные сценарии и выяснить, как системы на них реагируют. С помощью моделирования результаты можно предсказать для любой гипотетической ситуации или даже для будущего сценария. При разработке системы основное преимущество моделирования заключается в разработке более экономически эффективной системы с меньшими рисками. На этапе проверки и тестирования важно обеспечить работоспособность, эффективность и надежность системы. После запуска системы разработчики могут использовать моделирование для изучения конкретных сценариев на основе входных данных [8].

Информация о местоположении и скорости имеет решающее значение для ETCS европейской системы управления железнодорожным движением ERTMS. Точная и надежная локализация ТС на железнодорожной сети является важной предпосылкой для работы подвижных блоков (передвижение на перемещающиеся пространственные расстояния) и других приложений, которые увеличивают пропускную способность маршрутов и повышают конкурентоспособность экологически чистого железнодорожного сектора. Доступные решения по локализации на основе инфраструктуры связаны с высокими затратами и значительными усилиями по обслуживанию для операторов инфраструктуры, особенно в крупных железнодорожных сетях. С другой стороны, бортовые датчики и технологии GNSS (GPS, Galileo и т.д.) обычно доступны и предлагают такой же большой потенциал на железнодорожном транспорте, как и в других областях. Кроме того, цифровые карты могут помочь извлечь выгоду из движения ТС, ограниченного трассой. Эти факты определяют необходимость разработки исследовательского проекта. Разработка и тестирование GNSS, мультисенсорных и картографических бортовых решений локализации в рамках проекта EGNSS MATE. EGNSS MATE (европейская

локализация поездов с поддержкой карт на основе GNSS для ERTMS) представляет собой проект сотрудничества между Schweizerische Bundesbahnen AG, Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (IABG) и Институтом технологий транспортных систем Немецкого центра аэрокосмической промышленности e.V. В состав партнеров входят соответствующие игроки: SBB как крупный железнодорожный и инфраструктурный оператор, IABG как компания, занимающаяся GNSS и тестированием в области позиционирования, навигации и синхронизации (PNT), а также DLR как прикладно-ориентированное инженерно-исследовательское учреждение в области транспорта и, в частности в железнодорожном секторе. Проект EGNSS MATE (European GNSS based Map Assisted Train localisation for ERTMS) финансируется ESA в рамках программы NA VISP. Проект стартовал в начале 2023 г. и планируется завершить в начале 2025 г. [9].

Развитие автоматизации железнодорожных технологий и, в частности, современные подходы к АТО (автоматическое управление поездами) требуют автоматического обнаружения препятствий на трассе. Из-за большого тормозного пути на железных дорогах можно снизить только скорость удара, либо обнаружение препятствия может послужить поводом для документирования происшествия. Однако в метро столкновений можно избежать за счет автоматического торможения. Препятствия, лежащие на пути или выступающие в него, заранее неизвестны, поэтому запрос конкретных препятствий не имеет смысла, учитывая высокий уровень критичности. Должны быть обнаружены все возможные препятствия, включая неизвестные объекты, которые могут привести к столкновению.

Распространенные методы обнаружения можно разделить на две категории: подходы, основанные на данных, и подходы, основанные на моделях. В то время как подходы, основанные на данных, которые включают большинство методов, базирующихся на машинном обучении, не требуют какого-либо предварительного выбора метода расчета, в методах, основанных на модели, изображение сравнивается с преимущественно геометрической моделью. Таким образом, подходы, основанные на данных, очень подходят для распознавания известных объектов, поскольку в зависимости от свойств объекта необходимо применять края или особенно поверхности или тому подобное, и это решение принимается системой линз. Однако эти системы менее подходят для выявления неизвестных объектов или отклонений от цели, поскольку эти отклонения и ошибки следует заранее обучать. Здесь большое преимущество имеют методы, основанные на моделях, потому что отклонение от целевой модели приводит к обнаружению без необходимости знать объекты или ошибки. Предлагаемый ме-

тод основан на сравнении имиджевой информации монокулярного видеоряда с предположением о свободной плоской поверхности путевого полотна перед поездом как геометрической модели. Предложенный подход позволяет заменить активный датчик LIDAR, излучающий значительное излучение на больших расстояниях, на пассивную монокулярную камеру. Его можно легко и без каких-либо последствий модернизировать на существующих локомотивах. Обработка базируется на классических методах обработки изображений, которые можно проверить и утвердить. При этом требуется относительно небольшая вычислительная мощность, которую может обеспечить периферийная система. Помимо обнаружения препятствий для АТО, подход предлагает множество дополнительных вариантов применения. Примеры этого включают использование визуальной одометрии для относительной локализации рельсовых транспортных средств, а также распознавание элементов инфраструктуры для абсолютной локализации или мониторинга инфраструктуры [10].

Кибербезопасность — одно из самых модных слов нашего времени. Продвижение цифровизации требует от компаний принятия мер по борьбе с киберпреступностью и повышения их устойчивости. Особенно в сфере KRITIS (отраслей критической инфраструктуры) важно заранее подготовиться к этой угрожающей ситуации. Рассматриваются проблемы кибербезопасности в железнодорожной отрасли, а также доступно понимание того, как Hitachi Rail GTS Deutschland GmbH выявляет уязвимости в своих продуктах и стратегии их устранения. Европейский законодательный орган ввел в действие вторую редакцию Директивы о мерах по обеспечению высокого общего уровня кибербезопасности сетей и информационных систем в Союзе (NIS2) в 2022 г. В настоящее время это включается в национальные законы, такие как Закон о внедрении и усилении кибербезопасности NIS 2 (NIS2UmsuCG), передается и действует в качестве требования для операторов критически важных инфраструктур. По сравнению с NIS1 расширена сфера применения, уточнены критерии применения и значительно увеличены обязательства и санкции [11].

Надо отметить, что автоматизация управления на городском железнодорожном транспорте продвигается значительно быстрее, особенно в метрополитенах. Например, в Берлине (Германия) транспортная компания Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) объявила тендер на автоматизацию управления поездов в Берлинском метрополитене на линиях U5 и U8. Компания Siemens Mobility представит свою автоматизированную систему управления поездами на основе связи (Communications-Based Train Control System, CBTC). Система Trainguard MT-CBTC предназначена для обеспечения автоматизированной рабо-

ты со 2-м уровнем автоматизации (GoA 2) на линии U5 к 2029 г. и на линии U8 с 2032 г. Преобразования будут осуществляться во время текущих операций и увеличат пропускную способность двух линий на 30 %, что также значительно повысит надежность и пунктуальность всей системы. С помощью этой технологии возможны интервалы движения поездов менее 100 с. Объем заказа составляет около 200 млн евро плюс долгосрочные контракты на техническое обслуживание техники. Линии компании BVG в Берлине будут оснащены системой Trainguard MT на общей длине маршрута 40 км, т.е. на всех 26 станциях. Предыдущая система управления и сигнализации будет полностью заменена технологией CBTC, которая позволит поездам постоянно сообщаться с путем, автоматически двигаться на заданные безопасные расстояния, осуществлять экстренное торможение, а также самостоятельно ускоряться и тормозить. Водитель концентрируется на посадке и высадке пассажиров, визуальное контролирует маршрут и может вмешаться в экстренной ситуации. Используя данные о положении и скорости ТС в реальном времени, больше поездов смогут двигаться по маршруту с меньшими интервалами [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенного краткого обзора следует, что на железных дорогах зарубежья цифровизация, внедрение новых систем управления, сигнализации и обеспечения безопасности движения продолжают быть главным направлением развития. Однако темпы этого внедрения оставляют желать лучшего. Это связано со значительными трудностями в экономике и разными подходами и возможностями отдельных стран. Между тем изучение зарубежного опыта может помочь нашим железным дорогам более успешно решать проблемы развития железнодорожного транспорта нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Gruszka K., Sitarek L., Jasinski D., Salamon J. ETCS L1 LS und die Interoperabilität des europäischen Eisenbahnnetz. *Signal+Draht*. 2024;116(9):11-20.
2. Gulicher F., Theuergarten C., Kohlenberger U. Digitale Schiene Deutschland – Infrastrukturprojekte für eine digitale Zukunft. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):6-13.
3. Bis zu 449 ÖBB-Fahrzeuge bekommen ETCS Fahrzeugeausrüstung. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):71.
4. Indien führt erstes europäisches Zugsicherungssystem für den Korridor Delhi – Chaziabad – Meerut ein. *Signal+Draht*. 2024;116(10):23-30.
5. ETCS-Rollout-Bestandsaufnahme aus Sicht eines Eisenbahnverkehrsunternehmens. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):16-22.
6. Näsström J. Arbeitsmodell für den ETCS-Systemen in Kleinserienfahrzeuge. *Signal+Draht*. 2024;116(10):16-22.
7. ETCS – Der Weg von GSM-R zu FRMCS. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):23-24.
8. Braun M., Wolf A., Wenzel B., Gunther J. Erfassung von Infrastruktur- und Umgebungsdaten im offenen Digitalen Testfeld. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):36-42.
9. Roth M., Heuzel J., Kiyanfar K., Wenz A. On-board-Fahrzeugausrüstung mit GNSS und digitalin Karten im Projekt EGNSS MATE. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):44-50.
10. Capriotti D., Robl C., Burschka D. Visuelle Detektion der liebiger Hindernisse im Gleisbett mit skalierbarer Empfindlichkeit für ATO. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):58-66.
11. Schneider F., Berndt C., Hundt S. Cybersecurity in Bahnwesen – Herausforderungen und Lösungsansätze. *Signal+Draht*. 2024;116(10):40-46.
12. Berlin: Erstmals CBTC-Technologie für teilautomatisierte U-Bahn. *Signal+Draht*. 2024;116(7-8):73.

Об авторе

ВладимирIZEKILIEVICH Тиверовский — кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела научной информации по транспорту; **Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)**; 125190, г. Москва, А-190, ул. Усиевича, д. 20; РИНЦ ID: 5685-3036, ORCID: 0000-0003-4114-9525; Logistic@viniti.ru.

Bionotes

Vladimir I. Tiverovsky — Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher of the Department of Scientific Transport Information; **All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences**; 20 Usievich st., A-190, Moscow, 125190, Russian Federation; ID RSCI: 5685-3036, ORCID: 0000-0003-4114-9525; Logistic@viniti.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 04.02.2025, одобрена после рецензирования 13.03.2025, принята к публикации 28.05.2025.
The article was submitted 04.02.2025, approved after reviewing 13.03.2025, accepted for publication 28.05.2025.