

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что импедансную характеристику целесообразно измерять без подвижной части с магнитами (разобранное состояние) на большой частоте (≥ 100 кГц), так как в этом случае влияние положения магнитов отсутствует и различия для дефектного и бездефектного состояний проявляются более отчетливо. Полученные результаты являются основой для создания методики и программно-аппаратного комплекса диагностики дефектов обмоток BLDC-двигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Schagin, A. V.** Development of Speed Control System for BLDC Motor with Power Factor Correction / A. V. Schagin, D. T. Nguyen // 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), St. Petersburg and Moscow, Russia. – 2020. – P. 2411–2414. – DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9038981.

2 **Purnalal, M.** Development of mathematical model and speed control of BLDC motor / M. Purnalal, T. K. Sunil kumar // International Journal of Electrical and Electronics Engineers IJEEE. – 2015. – Vol. 07, is. 01. – P. 271–280.

3 **Obulesh, Y.** Mathematical modeling of bldc motor with closed loop speed control using pid controller under various loading conditions / Y. Obulesh, Ch. Sai Babu, A. Purna Chandra Rao // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2012. – Vol. 7 (10). – P. 1321–1328.

4 **Галушко, В. Н.** Метод неразрушающего контроля состояния однофазных и трёхфазных трансформаторов на основе частотных характеристик / В. Н. Галушко И. Л. Громыко // Приборы и методы измерений. – 2025. – Т. 16, № 2. – С. 158–167. – DOI: 10.21122/2220-9506-2025-16-2-158-167.

5 **Мирош, Д. В.** Технология применения нейронных сетей для диагностики межвитковых замыканий в трансформаторах и асинхронных двигателях / Д. В. Мирош, В. М. Овчинников, И. Е. Монархович // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. – 2024. – № 1(48). – С. 24–29.

6 **Исаев, А. В.** Спектрально-импульсные методы измерения сопротивления межвитковой изоляции электрических машин со выпной обмоткой и приборы на их основе : дисс. канд. техн. наук : 05.11.01 / А. В. Исаев; БНТУ. – Минск, 2024. – 140 с.

Получено 19.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.015

С. И. МОЛЧАН, Н. В. ЗАКРЕВСКИЙ (УД-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук *Е. Н. ПОТЫЛКИН*

ПРОБЛЕМА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Рассматриваются проблемы и перспективы развития мультимодальных терминалов как основных элементов транспортного комплекса. Выявлены основные си-

стемные ограничения отрасли. В рамках анализа предложены решения для дальнейшего развития мультимодальных терминалов.

Развитие общества невозможно без хорошо функционирующих транспортных связей между странами. Именно на основе дальнейшего развития транспортного комплекса, в состав которого входят железнодорожный, автомобильный, трубопроводный, воздушный, речной и морской виды транспорта, строится экономика любого государства.

Настоящая геополитическая ситуация требует высокой мобильности логистических цепочек, поэтому наряду с строительством новых линий важное значение имеет развитие наиболее «узких» мест – грузовых терминалов.

Грузовой терминал – это специализированное место, оборудованное для обработки и передачи грузов между различными видами транспорта или для временного хранения грузов в процессе перевозки [1].

Основные характеристики транспортного терминала:

- мультимодальность (обслуживание нескольких видов транспорта: железнодорожного, автомобильного, морского, воздушного, речного);
- обработка грузов (терминалы оснащены специальным оборудованием для погрузки, разгрузки, сортировки и временного хранения грузов);
- логистические услуги (такие дополнительные логистические услуги, как складское хранение, таможенное оформление, упаковка и маркировка грузов);
- локация (обычно расположены в стратегически важных местах, близко к транспортным магистралям или главным логистическим центрам, что облегчает доступ и ускоряет обработку грузов).

На основании определения любая железнодорожная станция может считаться грузовым терминалом. Важной перспективой является развитие транспортной инфраструктуры, что подтверждается диаграммой (рисунок 1) объема обработки грузов на терминалах восточного полигона РЖД [2]. Для эффективного функционирования мультимодальных цепочек поставок необходимы современные мультимодальные терминалы и транспортные узлы, которые обеспечат бесшовную интеграцию разных видов транспорта. Улучшение портовых, железнодорожных и автомобильных сетей, а также развитие инфраструктуры для новых видов транспорта, таких как электромобили и автономные транспортные средства, будет способствовать улучшению связности между различными участками логистической цепи.

На пути реализации указанных преимуществ транспортная отрасль сталкивается с рядом системных ограничений. Первым и наиболее значимым фактором, сдерживающим развитие, является высокая степень физического и морального износа основных производственных фондов терминальной инфраструктуры. Согласно аналитическим данным [3], более 30 % мощностей действующих терминалов Европы нуждаются в реконструкции и техниче-

ском перевооружении. В частности, остро стоит проблема несоответствия геометрических параметров путевого развития требованиям современных перевозчиков.

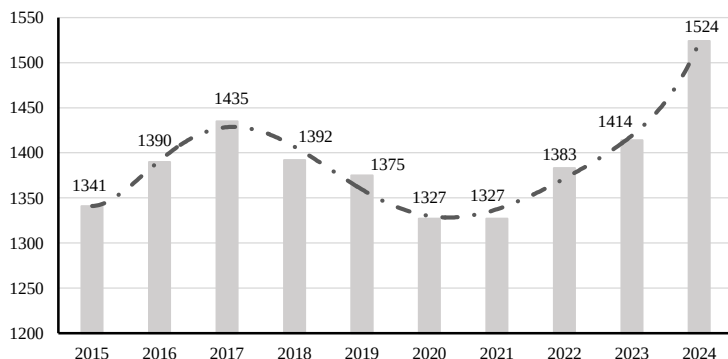


Рисунок 1 – Объем обработки грузов на терминалах восточного полигона РЖД

Длины приемоотправочных путей многих станций не позволяют осуществлять обработку полносоставных поездов, что приводит к необходимости дробления маршрутов, выполнению дополнительной маневровой работы и, как следствие, к существенному росту эксплуатационных расходов и увеличению времени оборота вагона. Вторым барьером является недостаточный уровень цифровой интеграции участников перевозочного процесса. Несмотря на декларируемый переход к цифровой экономике, доля операций, сопровождаемых бумажными носителями информации, по экспертным оценкам, достигает 40 %.

Решение обозначенных проблем лежит во внедрении инновационных технологических решений. Приоритетным направлением модернизации является интеграция в производственный процесс систем искусственного интеллекта (ИИ). Применение алгоритмов ИИ в управлении складскими операциями позволяет перейти от субъективного, основанного на опыте диспетчера, метода размещения грузов к объективному, оптимизированному расчетным путем. Система в режиме реального времени анализирует входящий поток заявок и прогнозируемые сроки отправления, предлагая такое размещение контейнерных единиц на площадке, которое минимизирует траекторию и время движения перегрузочной техники.

Дальнейшее развитие мультимодальных комплексов связано с переходом к дистанционно управляемой и беспилотной инфраструктуре. Концепция развития предполагает перенос рабочего места оператора перегрузочного оборудования из кабины машины, находящейся непосредственно в

опасной рабочей зоне, в стационарный диспетчерский центр, географически удаленный от производственной площадки. Реализация данной концепции требует применения технологий машинного зрения и предиктивной аналитики на базе машинного обучения. Данные технологии обеспечат не только управление механизмами, но и автоматический контроль технического состояния контейнеров, мониторинг соблюдения требований безопасности и оптимизацию использования парка оборудования.

Развитие мультимодальных терминалов является важной задачей в обеспечении интеграции национальных транспортных систем в международные логистические цепи. Для преодоления существующих ограничений, связанных с износом инфраструктуры, недостаточным уровнем цифровизации и дефицитом кадров, необходима реализация комплексного подхода. Он должен предусматривать не только техническое перевооружение объектов, но и внедрение интеллектуальных систем управления и роботизированных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Погрузочно-разгрузочные работы на железнодорожном транспорте : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. I / Н. П. Берлин, В. Н. Кирик, Е. В. Настаченко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 187 с.

2 Железнодорожный транспорт России: вызовы до 2025 года (доклад ИПЭМ) // Aftershock. – URL: <https://aftershock.news/?q=node/746091> (дата обращения: 16.05.2026).

3 **Шумаев, В. А.** Основы логистики : учеб. пособие / В. А. Шумаев. – М. : Юридический институт МИИТ, 2016. – 267 с.

Получено 18.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 004.051

А. Э. ОРЕХВА, А. С. ШАЛАЕВА (ЭК-11)

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук *Е. А. ЗАДОРЖНИК*

ЭВОЛЮЦИЯ ВЕБ-УГРОЗ OWASP TOP 10 2025

Безопасность программного обеспечения в современных реалиях требует от команд разработки не просто точечного устранения ошибок, а стратегического подхода. Понимание динамики развития риска помогает выстроить такой процесс проектирования, тестирования и развертывания, который гарантирует устойчивость приложений к самым актуальным векторам атак.