УДК 656.212.6:004.032.26

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

А. В. ПУЛЬТЯКОВ, И. В. СУДАРЕВ
Иркутский государственный университет путей сообщения
Иркутск, Россия

Стратегия «Цифровой железной дороги» предполагает дальнейшую автоматизацию процессов на сортировочных станциях, где для корректного управления вагонными замедлителями требуется быстро определять характеристики подвижного состава и контролировать состояние объектов инфраструктуры в зоне роспуска [1]. Методы, зависящие от квалификации дежурного по горке, не обеспечивают требуемой скорости и точности при высокой интенсивности роспуска, сложных погодных условиях и переменном освещении [1]. Решение подобных задач все чаще связывают с методами машинного обучения – нейросетевыми моделями компьютерного зрения, способными в реальном времени анализировать видеопоток и извлекать из него информацию.

В основе рассматриваемых решений лежат сверточные нейронные сети, обучаемые на специально сформированных и размеченных наборах данных. Для распознавания типа подвижного состава может применяться технология обнаружения объектов на изображении, где выделяется ограничивающая область, которой присваивается тип вагона. Такой подход позволяет быстро находить объекты на видеопотоке, однако не дает представления о точной форме объекта и хуже справляется с ситуациями, когда в кадре одновременно присутствуют вагоны и посторонние элементы инфраструктуры [1]. Более полный анализ сцены обеспечивает сегментация по классам, при которой каждый объект выделяется не рамкой, а выделяется его точный контур. Это позволяет раздельно распознавать не только различные виды подвижного состава, но и разные напольные устройства: датчики, опоры контактной сети, вагонные замедлители, элементы пути, тем самым снижая вероятность ложного срабатывания при наличии посторонних объектов в кадре [2, 3].

Независимо от конкретной архитектуры процесс обучения строится по общей схеме: модель многократно обрабатывает размеченный набор изображений, постепенно уменьшая расхождение между предсказанием и эталонной разметкой, а качество итогового решения проверяется на отдельной, не участвовавшей в обучении выборке. Для оценки применяются такие показатели, как точность (доля верных предсказаний среди отнесенных к классу) и полнота (доля найденных объектов среди всех присутствующих), а также обобщающие метрики на их основе. Кроме того, анализируются характерные ошибки модели по типам объектов [4]. Применение нейросетевых моделей компьютерного

зрения позволяет получить ряд принципиальных преимуществ. Обработка видеопотока происходит в темпе, достаточном для оперативного управления вагонными замедлителями, а качество распознавания не зависит от усталости или квалификации дежурного. Современные архитектуры детектирования и сегментации демонстрируют устойчивость к типичным для железнодорожной среды помехам – переменному освещению, атмосферным осадкам, что подтверждается испытаниями на реальных горочных полигонах в разное время года [2–4]. Применение таких систем сталкивается с рядом ограничений. Итоговое качество модели напрямую зависит от полноты и сбалансированности обучающей выборки: редко встречающиеся типы объектов распознаются менее уверенно, чем те, которых больше. Скопление большого числа разных объектов инфраструктуры в поле зрения камеры повышает риск путаницы между близкими по внешнему виду классами. Любые изменения условий эксплуатации, например новые типы вагонов, перенос камер, требуют пополнения и переразметки данных, т. е. периодического дообучения модели [2, 4].

Рассмотренные задачи распознавания подвижного состава и объектов инфраструктуры – лишь малая часть всех возможностей применения машинного обучения на железной дороге. Схожие подходы применимы для оценки скорости и параметров движения отцепов, автоматического выявления дефектов пути и подвижного состава, распознавания номеров вагонов, прогнозирования технического состояния оборудования по накопленным данным. В совокупности эти направления формируют технологическую основу концепции «Цифровой железной дороги», обеспечивая переход от автоматизации отдельных операций к комплексным интеллектуальным системам управления перевозочным процессом [1–4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Долгий, А. И.** Цифровая железнодорожная станция как ключевой элемент повышения эффективности перевозочного процесса / А. И. Долгий // Железнодорожный транспорт. – 2025. – № 9. – С. 7–11.

2. **Сударев, И. В.** Интеллектуальные системы автоматизации сортировочных процессов и их внедрение в образовательную деятельность / И. В. Сударев // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : материалы VI Междунар. науч.-метод. конф., Оренбург, 26–27 марта 2026 г. – Оренбург, 2026. – С. 358–360.

3. **Левин, Д. Ю.** Цифровая железнодорожная станция / Д. Ю. Левин // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : Бел. гос. ун-т транспорта, 2023. – С. 151–153.

4. **Пультяков, А. В.** Цифровые технологии в работе сортировочной горки / А. В. Пультяков, И. В. Сударев // Железнодорожный транспорт. – 2026. – № 5. – С. 14–17.