



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## Дифференцированное Обеспечение Руководства

---

106/2023

### Применение роботов и ИИ для монтажа контактной сети на ВСМ

Железнодорожные дороги считаются одним из самых надежных, популярных и экологичных способов передвижения. С каждым годом их роль в развитии мировой транспортной системы только возрастает, заставляя одновременно развиваться и совершенствоваться соответствующие технологии обслуживания. Достижения в аппаратном обеспечении и развитие Big Data обусловили экспоненциальное развитие роботов и сфер их применения на железнодорожном транспорте.

Автоматизация работы с ЛЭП идет по самым разным направлениям.

В Китае невероятными темпами расширяется сеть высокоскоростных магистралей. При их строительстве приходится решать сложные и разнообразные задачи, что нередко сопряжено с опасностью и требует значительных затрат физического труда, специальных знаний и навыков. Роботы и другие инновационные технологии позволяют автоматизировать большую часть таких работ.

В 2018 г. впервые была представлена машина, которая может в автоматическом режиме укладывать до 1,5 км пути высокоскоростной линии в день. К 2021 г. производительность машины, способной работать 24 ч в сутки, 7 дней в неделю, выросла до 2 км в день. Применение роботов расширилось, их начали использовать для сварки, окраски, бетонных работ, инспектирования и т. д.

Однако монтаж контактной сети для ВСМ до недавнего времени приходилось выполнять вручную. Эта работа, отличающаяся значительной сложностью, включает предварительную сборку арматуры, транспортировку материалов и компонентов, установку опор и монтаж контактной подвески. Последние два вида работ считаются особенно трудоемкими и опасными.

Так, для установки консоли на опоре контактной сети требуется несколько согласованно действующих рабочих, находящихся как на опоре, так и рядом с ней.

Для решения проблемы была предложена инновационная технология с использованием цифровых платформ управления данными и интеллектуальных систем. При помощи датчиков проводится сбор данных с места работ. Информацию в реальном времени передают на склад, где в автоматическом режиме подбираются комплектующие. Готовые узлы при помощи автоматизированных транспортных средств доставляют к месту монтажа на линии. Роботы-манипуляторы, оборудованные датчиками и видеокамерами, поднимают компоненты подвески на необходимую высоту и размещают в требуемом положении.

Процесс монтажа контактной подвески затруднен из-за большого числа проводов и других компонентов и требует координации действий работающих одновременно нескольких технических средств. Решением стало применение искусственного интеллекта (ИИ). Роботы используют алгоритмы распознавания изображений для выбора оптимальной траектории при установке на опоре контактной сети консоли для подвешивания проводов с точностью до 1 мм. Они способны выполнять поставленные задачи в неблагоприятных погодных условиях и действовать совместно, например, когда один робот размещает какой-либо узел в заданном положении, второй закрепляет его. ИИ помогает роботам перемещаться между рабочими позициями, затягивать болты с заданным значением момента и затем возвращаться в исходную точку для ожидания следующей команды.

На складе ИИ используется для управления автоматизированными погрузчиками, служащими для сбора и доставки компонентов в течение 24 ч в сутки, а также для контроля качества материалов и деталей. Нейронная сеть, обученная обращению с 30 различными материалами, выявляет их дефекты.

В мире создано уже немало устройств, способных автономно передвигаться по ЛЭП. В основном они предназначены для контроля состояния линий электропередачи, включая изоляторы и прочие элементы, нуждающиеся в периодическом осмотре. Некоторые из таких роботов кроме осмотра и фотографирования участков, техническое состояние которых вызывает сомнение, способны выполнять работы по очистке проводов ЛЭП от загрязнений или проведения профилактических работ, например, нанесения антиобледенительных компонентов.

Компания Facebook уже не первый год работает над внедрением робота Bomбух, который перемещается по линиям электропередач,

обматывая их оптоволоконным кабелем. Непосредственной разработкой автоматического устройства занимается ULC Robotics, известная также своими роботами внутритрубного осмотра. За время, прошедшее с начала реализации проекта Bomбух стал значительно быстрее и маневреннее.

Использование инфраструктуры энергетиков и робота для прокладки оптоволоконна значительно ускоряют проведение работ, а также снижают себестоимость постройки ВОЛС.

Bomбух состоит из нескольких подсистем, в частности, подсистемы привода, подсистемы подъема и подсистемы вращения (рис. 1). Подсистема привода позволяет роботу двигаться вдоль провода, для обхода препятствий служит подсистема подъема, подсистема вращения обеспечивает намотку кабеля.



*Рис. 1. Робот Bomбух*

Преодолевая препятствия робот на время переходит в неуравновешенное состояние, балансировать на проводе как канатоходцу ему помогает стабилизатор. После того, как препятствие преодолено, Bomбух возвращается в обычное для него рабочее положение и продолжает операцию обвертывания оптоволоконного кабеля вокруг проводника тока.

В конструкцию входит система технического зрения. Она служит для обнаружения препятствий, которые роботу требуется преодолеть, не задевая соседние линии. Материалы для конструкции устройства выбирались с точки зрения оптимизации его веса и безопасности работы.

Каждый такой робот может протянуть более 1 км ВОЛС примерно за 1.5 часа, преодолев за это время десятки препятствий. Учитывая, что время от времени в работу требуется вмешательство человека, например, для установки устройства в рабочую позицию, перевода его на новый участок и т.д., в Facebook консервативно оценивают общую скорость формирования ВОЛС в среднем от 1.5 до 2 км в день.

Массовое внедрение роботизированных комплексов и ИИ может принципиально изменить технологии строительства железных дорог.