

УДК: 001.895, 004.8, 625

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



Озеров А.В.

Начальник Международного управления – начальник Центра управления интеллектуальной собственностью, АО «НИИАС»,  
E-mail: a.ozеров@vniias.ru, Москва, Россия

Руководитель проектов Международного управления,  
АО «НИИАС», E-mail: e.denchik@vniias.ru, Москва, Россия

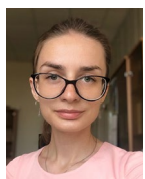


Денчик Е.В.

Главный специалист Международного управления АО «НИИАС»,  
E-mail: A.Kuropteva@vniias.ru, Москва, Россия

### Аннотация

В статье Приведены примеры технических решений в области роботизированных диагностических систем для железной дороги. Отмечено, что указанные системы находятся на этапе экспериментальных работ. Для перехода к промышленной эксплуатации диагностических роботов предложено провести системные исследования по определению наилучших технических решений по критерию «эффективность-стоимость», а также разработать комплексную программу по созданию стандартизованных комплектующих для роботизированных систем.



Куроптева А.П.

### Ключевые слова:

транспорт, роботы, железнодорожная инфраструктура, осмотр и диагностика.

## ROBOTS IN THE INSPECTION OF RAILWAY INFRASTRUCTURE

Ozerov A.V.

Head of International Department, Head of Intellectual Property Management Centre, JSC NIIAS, E-mail: a.ozеров@vniias.ru, Moscow, Russia

Denchik E.V.

Project Manager of International Department, JSC NIIAS, E-mail: e.denchik@vniias.ru, Moscow, Russia

Kuropteva A.P.

Chief Specialist of International Department, JSC «NIIAS», E-mail: A.Kuropteva@vniias.ru, Moscow, Russia

### Abstract

The article presents an overview of examples of robotic inspection solutions for railways are given. It is noted that these solutions are still being researched and tested. To transition to commercial operation of inspection robots, it is proposed to conduct systemic studies to determine the best solutions according to the "cost-benefit" criterion, as well as to elaborate a comprehensive program for the development of standardized components for robotic inspection systems.

### Keywords:

Transport, robots, railway infrastructure, inspection and diagnostics.

С увеличением протяженности железнодорожной инфраструктуры, включая высокоскоростные магистрали, наращиванием объема перевозок, повышением стандартов в области безопасности эксплуатации железных дорог и обеспечения комфорта пассажиров, а также повышением затрат на трудовые ресурсы особое значение приобретают эффективные методы диагностики объектов инфраструктуры. При этом не менее важным вопросом остается сокращение времени на поиск критичных неисправностей и дефектов и повышение информативности и точности диагностического процесса.

Основным направлением для решения указанных задач является внедрение промышленных роботов и цифровых методов диагностики, которые активно развиваются в настоящее время. По оценкам IndustryARC, к 2030 году объем рынка роботов для железнодорожных инспекций достигнет 501,3 миллиона долларов США при среднегодовом темпе роста рынка в размере 23% в течение прогнозируемого периода (2023-2030 гг.) [1].

В последние годы было разработано множество современных роботизированных решений для проверки железнодорожных путей. В частности, в рамках европейской программы HORIZON 2020 при участии компаний I-MOSS NV (Бельгия), NOMAD TECH LDA (Португалия), AUTOMATITZACIO DE PROCESSOS I MEDIAMBIENT SL (Испания), TWI LIMITED (Великобритания) и Бирмингемского университета (Великобритания) была разработана система AutoScan (рисунок 1), представляющая собой автономную тележку, способную передвигаться по путям, на которую можно устанавливать различные диагностические системы [2, 3].

Для обнаружения трещин контактной усталости в рельсах на тележку были установлены электромагнитно-акустический приёмник (EMAT) и датчик измерения поля переменного тока (ACFM). После обнаружения дефектов во время «первого прохода» система автоматически возвращается к месту дефекта для выполнения более медленного и детального сканирования участка рельса с целью определения размера, глубины и количества трещин, присутствующих на этом участке. Результаты проверки загружаются в облачную систему управления содержанием путей в режиме реального времени, предоставляя информацию операторам для принятия решения относительно ремонта и/или установления ограничений скорости.

Команда проекта подсчитала, что общие затраты на инспекцию сократятся как минимум на 15 %



Рисунок 1. Система AutoScan

Для измерения геометрии контактной сети итальянской компанией Telice в рамках вышеуказанной программы был разработан робот tCat. С помощью лидара робот tCat автоматически идентифицирует контактный провод и измеряет его высоту и смещение. Вся информация в режиме реального времени загружается на облачную платформу для ее последующего анализа [4]. Также робот может измерять габариты приближения строений, профиль туннелей и проверять соблюдение габаритов [5].

Первым сертифицированным мобильным роботом для инспекции железнодорожного стрелочного перевода и крестовины стал разработанный итальянской компанией Loccioni робот Felix. Робот оборудован профилометром, который позволяет создавать 3D модели инспектируемых частей железного пути, и инструментами для хранения, обработки и отображения в реальном времени полученных данных и выдачи необходимых отчетов [6].

В Европе научно-исследовательские проекты в области роботизации процессов проверки состояния железнодорожной инфраструктуры проводятся также владельцами и операторами инфраструктуры. Так, Международный союз железных дорог в июне 2022 г. запустил проект «Мониторинг железнодорожной инфраструктуры с помощью роботизированных систем», основными участниками которого выступили компании ADIF (Испания), Infraestruturas de Portugal SA (Португалия), ÖBB (Австрия), SBB-CFF-FFS (Швейцария), RFI (Италия) [7]. В рамках данного проекта планируется обеспечить полную автоматизацию инспекционных

процессов на железнодорожном транспорте, в том числе за счет применения технологии Big Data и искусственного интеллекта для быстрой обработки полученных данных и формирования отчетов о проверке.

В Китае одним из лидеров по разработке и внедрению роботов на железнодорожном транспорте является компания Shenhao Technology, создавшая робота RIIS1005 (рисунок 2) для инспекции железного пути. Робот состоит из самодвижущейся платформы и различных интеллектуальных датчиков, которые с высокой точностью определяют геометрию пути, профиль рельса, обнаруживают дефекты рельса, дефекты поверхности катания колес. Технология предусматривает передачу полученных данных в режиме реального времени ответственным лицам [8].



Рисунок 2. Робот RIIS1005

Другая китайская компания – Guimu Robot – разработала железнодорожного робота, который с помощью акустического метода, технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта позволяет быстро получать и анализировать данные о дефектах железнодорожного полотна, а также формировать отчеты о выявленных дефектах с точной привязкой к конкретным координатам на пути [9].

Разработки в области создания роботов для инспекции железных дорог также ведутся в Южной Корее. Так, национальный железнодорожный оператор KORAIL разработал робота для осмотра путей (рисунок 3), который может автономно передвигаться по железнодорожному полотну и при обнаружении трещин рельсов или препятствий, мешающих движению поезда, отправлять на облачный сервер изображения и сигналы в режиме реального времени. Для выполнения своих задач он оснащен устройством цифровой радиосвязи стандарта LTE и системой технического зрения,

состоящей из камер и лидаров [10].

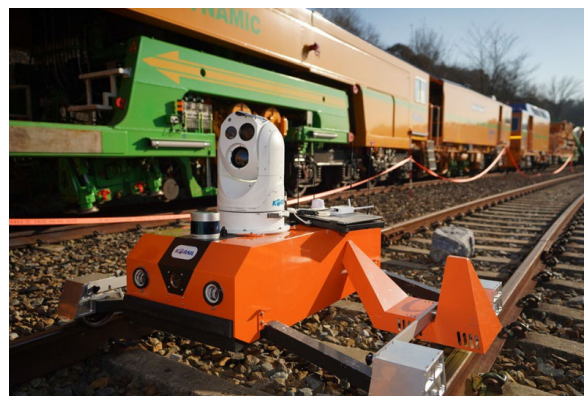


Рисунок 3. Робот для осмотра путей компании KORAIL

В США компанией Railpod разработано устройство, представляющее собой дистанционно управляемую инспекционную платформу, которая перемещается по рельсам и собирает данные о геометрии пути, износе и изломе рельсов, габаритах, контактной сети [11].

Приведенные примеры имеющихся на рынке решений в области роботизации процесса мониторинга и диагностики железнодорожного пути еще не получили широкого распространения на железных дорогах и находятся на этапе экспериментальных работ и исследований. При этом очевидно, что роботы, имея большие преимущества перед человеком, обладают высоким потенциалом для решения широкого ряда задач технического обслуживания железных дорог.

Для внедрения роботов на железной дороге на первоначальном этапе необходимо провести ранжирование технических решений и разрабатываемых систем по критерию «эффективность-стоимость» и определить наиболее прогрессивные из них для внедрения в опытную эксплуатацию. Следует отметить, что ранжирование требует приведения разнородных показателей эффективности к сопоставимому виду.

Кроме того, для массового применения роботов целесообразно провести унификацию и стандартизацию основных составных частей роботов: различных датчиков, преобразователей, источники питания и др. Это позволит наладить массовое производство комплектующих и снизить их себестоимость.

Таким образом, для перехода к промышленной эксплуатации роботизированных

диагностических систем на железных дорогах требуется проведение системных исследований, направленных на определение наилучших технических решений (по критерию «эффективность-стоимость»), и реализация комплексной

программы по созданию стандартизованных комплектующих для роботизированных систем.

### **Список литературы**

1. Railway Inspection Robot Market – Forecast (2024 - 2030) / URL: <https://www.industryarc.com/Research/railway-inspection-robot-market-research-800495> (дата обращения: 09.04.2024).
2. AutoScan – Rail inspection by autonomous systems / URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/250858-autonomous-inspection-trolley-for-better-train-track-maintenance> (дата обращения: 11.04.2024)/
3. AutoScan / URL: <http://www.autoscanproject.eu/our-product> (дата обращения: 09.06.2023).
4. tCat. The solution / URL: <http://tcat.es/tcat-solucion> (дата обращения: 10.04.2024).
5. tCat. Use cases / URL: <http://tcat.es/tcat-use-cases/> (дата обращения: 10.04.2024).
6. Буклет компании Loccioni / URL: <https://www.loccioni.com/wp-content/uploads/2018/08/loccioni-felix-a2-brochure.pdf> (дата обращения: 29.02.2024).
7. Robotic based inspection sensor monitoring / URL: <https://uic.org/projects/article/robotic-based-inspection-sensor-monitoring> (дата обращения: 11.04.2024).
8. Официальный сайт Shenhao / URL: <https://www.shenhaorobotics.com/category/p2> (дата обращения: 27.02.2024).
9. Официальный сайт Guimu Robot / URL: <https://en.gm-robot.com/the-orbital-facility-detects-the-robot-system> (дата обращения: 29.02.2024).
10. KORAIL Unveils AI-Powered Robot for Railroad Safety Inspections / URL: <http://www.koreaitimes.com/news/articleView.html?idxno=127242> (дата обращения: 01.03.2024).
11. Официальный сайт RailPod / URL: [https://rail-pod.com/?page\\_id=3105](https://rail-pod.com/?page_id=3105) (дата обращения: 12.04.2024).