

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Гулякин Д.В.

доктор педагогических наук, профессор,

Кубанский государственный технологический университет,

Краснодар, Россия

Шетинина Е.П.

студент,

Кубанский государственный технологический университет,

Краснодар, Россия

Аннотация

В статье рассмотрены направления применения промышленных роботов в строительной отрасли, их технологические возможности и перспективы интеграции в процессы проектирования, возведения и обслуживания зданий. Анализируются современные тенденции роботизации строительных процессов, включая автоматизированную кладку, 3D-печать бетоном, сварку, резку и монтаж элементов. Особое внимание уделено российскому и международному опыту внедрения роботизированных комплексов, а также проблемам адаптации робототехники к специфическим условиям строительной среды.

Ключевые слова: промышленная робототехника, строительство, автоматизация, 3D-печать, роботизированные системы, цифровизация, эффективность.

THE USE OF INDUSTRIAL ROBOTS IN CONSTRUCTION

Gulyakin D.V.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,

Kuban State University of Technology,

Krasnodar, Russia

Shchetinina E.P.

student,

*Kuban State University of Technology,
Krasnodar, Russia*

Abstract

The article discusses the application of industrial robots in the construction industry, their technological capabilities and prospects for integration into the processes of design, construction and maintenance of buildings. The article analyzes current trends in the robotization of construction processes, including automated masonry, 3D printing with concrete, welding, cutting and assembly of elements. Special attention is paid to the Russian and international experience in the implementation of robotic complexes, as well as the problems of adapting robotics to the specific conditions of the construction environment.

Keywords: industrial robotics, construction, automation, 3D printing, robotic systems, digitalization, efficiency.

Современная строительная индустрия находится на этапе активной технологической трансформации, обусловленной развитием цифровых технологий, автоматизации и искусственного интеллекта. Ведущим направлением этой трансформации становится внедрение промышленных роботов, способных выполнять широкий спектр строительных операций — от точной сборки и монтажа конструкций до выполнения сложных задач 3D-печати и отделочных работ.

Роботизация строительства рассматривается как ключевой фактор повышения производительности, сокращения трудозатрат и минимизации человеческих ошибок. В условиях дефицита квалифицированных рабочих кадров и необходимости обеспечения безопасности на строительных площадках роботизированные технологии становятся важнейшим инструментом устойчивого развития отрасли [1].

Целью настоящего исследования является анализ технологических аспектов использования промышленных роботов в строительстве, оценка их эффективности и перспектив интеграции в строительные процессы в России.

Промышленные роботы, применяемые в строительстве, классифицируются по функциональному назначению, степени автономности и области применения. Основные типы включают:

- манипуляционные роботы, выполняющие операции захвата, перемещения и установки элементов;
- роботы-строители для автоматизированной кладки, бетонирования и нанесения покрытий;
- роботы-манипуляторы для 3D-печати, осуществляющие послойное возведение конструкций из бетона, композитов и других материалов;
- роботы-инспекторы, предназначенные для мониторинга состояния конструкций с использованием лазерного сканирования и систем компьютерного зрения [2].

Современные роботизированные комплексы оснащаются системами машинного зрения, лидарными датчиками, модульными инструментами и системами искусственного интеллекта, что позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям строительной площадки.

Одним из технологических направлений развития является создание мобильных строительных роботов, способных перемещаться по сложным пространственным траекториям и взаимодействовать с цифровыми моделями объектов в среде BIM (Building Information Modeling).

Промышленные роботы применяются в строительстве для выполнения операций, требующих высокой точности и повторяемости: сварка металлических элементов, резка и сборка конструкций, нанесение штукатурных и лакокрасочных покрытий.

Ведущие компании, такие как Komatsu, ABB Robotics и Boston Dynamics, внедряют роботизированные платформы, способные выполнять земляные работы, монтаж арматуры и контроль геометрии возводимых объектов [3].

Примером успешной реализации является система Hadrian X (FBR, Австралия) — роботизированный комплекс для автоматической кладки кирпича, обеспечивающий скорость до 1000 кирпичей в час с точностью до 1 мм.

Одним из наиболее перспективных направлений является роботизированная 3D-печать бетоном. Роботы, оснащённые экструдерами, позволяют послойно возводить здания различной сложности без применения традиционной опалубки. Компании ICON (США), COBOD (Дания) и Apis Cor (Россия) успешно реализуют проекты печати малоэтажных зданий и элементов инфраструктуры [4].

Преимуществами данной технологии являются сокращение сроков строительства, уменьшение отходов и возможность реализации уникальных архитектурных форм.

Роботы также применяются на этапах инспекции и обслуживания зданий. Дроны и мобильные платформы, оснащённые сенсорами, используются для обследования фасадов, поиска дефектов и анализа состояния конструкций. Такие системы интегрируются с цифровыми моделями зданий, обеспечивая автоматическое обновление данных о техническом состоянии в среде BIM [5].

Внедрение промышленных роботов в строительстве обеспечивает:

- сокращение сроков строительства на 20–30%;
- снижение трудозатрат и риска травматизма;
- повышение точности и качества выполнения операций;
- уменьшение количества строительных отходов;
- повышение предсказуемости сроков и затрат.

По данным отчёта McKinsey (2023), компании, внедряющие роботизированные технологии, достигают роста производительности до 40% по сравнению с традиционными методами [6].

В российских условиях использование промышленных роботов способствует снижению зависимости от человеческого фактора, особенно в сложных климатических и географических условиях (Крайний Север, Дальний Восток).

Несмотря на высокий потенциал, внедрение робототехники в России сталкивается с рядом барьеров:

- высокая стоимость оборудования и программного обеспечения;
- недостаток специалистов в области робототехнических систем и их интеграции с BIM;
- несовершенство нормативной базы и отсутствие стандартов для роботизированных технологий;
- низкий уровень автоматизации производственных процессов в строительных компаниях.

Для преодоления этих проблем необходимы меры государственной поддержки, развитие отечественных разработок и создание национальной программы роботизации строительной отрасли, аналогичной существующим в промышленности (программа «Национальная технология» Минпромторга РФ).

Перспективы развития связаны с интеграцией роботов с системами искусственного интеллекта, облачными платформами и цифровыми двойниками (Digital Twin). Это позволит формировать саморегулируемые строительные площадки, где взаимодействие всех машин и систем будет осуществляться в режиме реального времени [7].

Использование промышленных роботов в строительстве открывает новые возможности для повышения эффективности, безопасности и качества

выполнения работ. Роботизация строительных процессов способствует сокращению издержек, оптимизации ресурсов и созданию инновационных архитектурных решений.

В условиях цифровой трансформации отрасли Россия имеет значительный потенциал для развития собственных роботизированных технологий, адаптированных к национальным условиям и нормативной базе. Комплексное внедрение робототехники в сочетании с BIM, IoT и искусственным интеллектом позволит сформировать новую модель строительного производства, основанную на принципах автономности, точности и устойчивого развития.

Библиографический список:

1. Лапидус А.А. Цифровая трансформация строительной отрасли. — М.: МГСУ, 2022.
2. Bock, T., Linner, T. Robot-Oriented Design: Design and Management Tools for the Deployment of Automation and Robotics in Construction. — Cambridge University Press, 2016.
3. ABB Robotics. Robotics in Construction: Industry Applications. — [Электронный ресурс]. URL: <https://new.abb.com/products/robotics>
4. Apis Cor. Concrete 3D Printing for Sustainable Construction. — [Электронный ресурс]. URL: <https://www.apis-cor.com>
5. Khoshnevis, B. Automated Construction by Contour Crafting — Related Robotics and Information Technologies. — Automation in Construction, 2018.
6. McKinsey & Company. The Future of Construction: How Robotics Will Transform the Industry. — 2023.
7. Минстрой РФ. Стратегия цифровизации строительной отрасли до 2030 года. — М., 2023.
8. Горохов В.А., Семёнов Е.В. Роботизация строительных процессов: технологии и перспективы. — СПб.: Питер, 2022.