

0009-0006-1041-134X Оспан Алмаз¹, 0000-0007-2844-6361 Атогали Джумабаев²,
0009-0007-4403-3428 Нуркен Олжабай³

^{1,2}Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
Астана, Казахстан
ТОО "Постоянное строительство"
Астана, Казахстан

E-mail: ¹own.almaz@gmail.com, ²atagali@list.ru, ³olzhabay2020@bk.ru

Проблемы внедрения и осуществления строительства с применением робототехники в строительной отрасли Казахстана

Аннотация. Эта научная статья исследует проблемы, связанные с внедрением и осуществлением строительства с применением робототехники в строительной отрасли Казахстана. В последние годы робототехника стала все более популярной и применяется в различных сферах, в том числе в строительстве. В статье рассматриваются основные проблемы, с которыми и могут столкнуться компании и инженеры, пытающиеся внедрить робототехнику в строительство в Казахстане. В статье предлагаются рекомендации и решения для решения этих проблем.

Ключевые слова: робототехника, эксплуатация, функционал, автоматизация, технология.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2220-685X-2023-70-3-43-53>

Введение. Технология робототехники была впервые представлена в Японии Соединенными Штатами в 1968 году и сыграла важную роль в автоматизации фабрик [1]. Исследования в области строительной робототехники начались в 1980-х годах с появлением многоцелевых роботов для выполнения конкретных работ, таких как отделка бетона или сварка, и основное внимание роботов уделяется

выполнению сложных, грязных или опасных работ [1]. Приложения робототехники в строительной отрасли разрабатываются и производятся в Японии компаниями - Shimizu, Obayashi, Takenaka, Taisei и Kajima, и эти роботы делятся на четыре категории: роботы для строительных работ, отделочных работ, инспекционных работ и работ по техническому обслуживанию [2].

В 1990-х годах крупные японские строительные фирмы внедрили заводы на месте для высотных зданий, а также тяжелые временные сооружения, такие как Sky Factory, система SMART (Shimizu Manufacturing system от Advances Robotics technology), которые интегрированы с автоматизированной строительной системой и имеют покрытие для защиты от атмосферных воздействий, которое можно использовать в дождливый день [3]. В этих конструкциях используется цельнометаллическая, полностью роботизированная фабрика на крыше зданий, а подъемный механизм автоматически поднимает строительную установку и завод на месте за одно и то же время [4]. Научно-исследовательскую деятельность (R&D) возглавляют японские компании и университеты, которые сосредоточены на разработке новых роботизированных систем и автоматизации существующего оборудования для автоматизации нескольких строительных процессов в домостроении и гражданском строительстве [5]. При строительстве домов эти роботы использовались для многослойной кладки кирпича, внутренней отделки зданий и строительства модульных промышленных зданий. Однако для строительных работ, включая строительных роботов, таких как дистанционно управляемые экскаваторы, бульдозеры и самосвалы для аварийного восстановления, а также полностью автоматические щитовые машины с управлением [5]. Внедрение роботизированных технологий делится на две точки зрения: строительство за пределами объекта и на месте (Пачон, 2012).

Строительные компании Казахстана не осведомлены о существующих технологиях автоматизации и робототехники. Несмотря на это, в проектировании, строительстве и дизайне зданий были внедрены новые технологии. Большинство строительных компаний все еще практикуют традиционный метод в своих строительных проектах. Это показывает отсутствие интереса к роботизированным технологиям среди строительной отрасли из-за

уникального характера каждого проекта, переноса производства из одного места в другое, разделения полномочий над процессом, суровой окружающей среды и нестабильного рынка. Следовательно, основными целями исследования являются изучение проблем внедрения робототехники в строительной отрасли Казахстана и совершенствование их применения.

Передовыми в мире странами по внедрению машин манипуляторного типа в дорожном строительстве являются Швеция, Швейцария, США и Германия. Значительный рост объемов строительства, технологически-конструктивное усложнение производственного процесса, увеличение объемов строительства и др. привели к активизации процессов развития автоматизации. А для Японии возможности робототехники решают проблему механизации работ на специфических объектах, включая строительство под водой, тоннелестроение, сооружений атомной энергетики и др. Доля России на рынке робототехники составляет примерно 0,17% и прогнозируемый объем отечественного рынка автоматизации в ближайший год около 30 тысяч на сумму в 3 млрд. рублей. Средняя стоимость антропоморфного робота составляет 450 тыс. долл. и в России продается около 300 промышленных роботов в год, что в 500 раз меньше, чем в развитых странах. Область применения автоматизированного производства в России, главным образом, автомобильная и обрабатывающая отрасли [6].

Внедрение робототехники в строительную отрасль Казахстана. Это актуальная и перспективная тема, которая затрагивает различные аспекты экономики, технологии и образования. Робототехника может повысить эффективность, безопасность и качество строительных работ, а также снизить затраты на труд и материалы. Мы разделяем основные факторы, которые препятствуют внедрению робототехники в строительную отрасль. Мы выделяем следующие факторы, которые препятствуют внедрению данной технологий, как: стоимость, функционал, условия работы, обслуживание, эксплуатация и многозадачность. Мы разделили их по значению в виде иерархии (Рисунок 1).

Стоимость - одним из основных факторов, препятствующих внедрению робототехники в строительство, является высокая стоимость этих технологий. Робототехника требует значительных инвестиций в приобретение и разработку роботов, а также в обучение персонала. Более того, часто требуется создание дорогостоящей инфраструктуры, такой как специализированные дороги или зарядные станции для роботов. Все это может значительно увеличить затраты на использование робототехники в строительстве.



Рисунок 1: Иерархия проблем по значимости

Функционал - еще одним фактором, препятствующим внедрению робототехники в строительство, является ограниченный функционал роботов. Некоторые задачи, такие как сложные манипуляции с материалами или принятие быстрых решений на основе ситуационного анализа, до сих пор лучше выполняются человеком. Роботы могут быть ограничены в своих возможностях и не способны эффективно выполнять сложные и разнообразные задачи в строительстве.

Условия работы робота - роботы требуют определенных условий для работы. Некоторые строительные задачи могут представлять собой опасность для роботов, такие как работа на большой высоте или в условиях сильной вибрации. Также требуется обеспечить надежное электропитание или другие источники энергии для работы роботов. Неблагоприятные условия могут ограничить возможности использования робототехники в строительстве.

Обслуживание - роботы требуют регулярного обслуживания и технической поддержки. Необходимо иметь специализированных специалистов, которые могут ремонтировать или модернизировать роботов. Это может потребовать дополнительных затрат и времени. Отсутствие поддержки и обслуживания может привести к простоям и снижению эффективности работы роботов.

Эксплуатация - робототехника требует специалистов, обладающих навыками работы с этими технологиями. Обучение сотрудников и перестройка рабочих процессов могут потребовать времени и ресурсов. Отсутствие подготовленного персонала может быть препятствием для успешного внедрения робототехники в строительство.

Многозадачность - строительство часто представляет со-бой комплексные и многозадачные процессы, которые могут требовать гибкости и адаптации. Робототехника может столкнуться с ограничениями в связи с необходимостью создания специальных программ и настроек для каждой конкретной задачи. Особенно сложным может быть совместное взаимодействие нескольких роботов в рамках одной строительной задачи. Многозадачность может быть ограничена для робота, из-за его комплектаций.

Для решения вышеперечисленных проблем, важно подойти к решению комплексно. Мы определили основные факторы, также определили причины (мини-факторы) (Таблица 1).

Таблица 1: Факторы и мини-факторы

Факторы	Мини-факторы
Стоимость	<ul style="list-style-type: none"> —Высокая стоимость робото техники - покупка и установка роботов может быть дорогой, особенно для малых и средних строительных компаний. —Дополнительные затраты на обучение и поддержание операторов - использование роботов требует наличия профессиональных операторов, которых нужно обучать и оплачивать. —Потребность в обновлении и модернизации - робототехника быстро развивается и требует постоянного обновления оборудования, что может быть затратно.
Эксплуатация	<ul style="list-style-type: none"> —Ограниченный объем работы за один раз - некоторые роботы имеют ограниченные возможности подъема и перемещения материалов, что может снижать их производительность. —Необходимость в операторе - многие роботы требуют постоянного наблюдения и контроля оператора.

<p>Функционал</p>	<ul style="list-style-type: none"> —Ограниченная способность адаптироваться к разным типам строительных задач - роботы могут быть эффективны только в определенных областях строительства, что ограничивает их использование. —Ограниченная гибкость и мобильность - некоторые роботы могут иметь ограниченные возможности перемещения и манипуляции с материалами, что делает их менее универсальными в строительной сфере. —Неполное автоматическое управление - некоторые операции все еще требуют ручного управления или наблюдения, что может снижать эффективность работы роботов.
<p>Обслуживание</p>	<ul style="list-style-type: none"> —Необходимость в регулярном техническом обслуживании - роботы требуют постоянного технического обслуживания и контроля, чтобы оставаться в рабочем состоянии. —Зависимость от квалифицированных специалистов - для обслуживания и ремонта роботов требуются специалисты с соответствующими навыками, что может быть проблематично или дорого. —Необходимость в наличии запасных частей - роботы могут выходить из строя или требовать замены частей, поэтому необходимо иметь запасные детали в наличии.
<p>Условия работы</p>	<ul style="list-style-type: none"> —Необходимость в специальных условиях окружающей среды - некоторые роботы требуют определенных климатических условий или чистоты рабочей зоны для нормального функционирования. —Необходимость в специальной инфраструктуре - например, использование дронов требует наличия аэродрома или специальной площадки, что может быть неудобно или дорого для многих строительных объектов. —Ограничения на месте работы - некоторые рабочие места могут быть слишком опасными или неудобными для использования роботов, например, в тесных или высотных пространствах.
	<ul style="list-style-type: none"> —Необходимость взаимодействия с людьми: роботы в строительстве должны уметь

<p>Много- задачность</p>	<p>взаимодействовать с рабочими и другими участниками процесса, что требует развития соответствующих коммуникационных возможностей и алгоритмов.</p> <p>—Сложность планирования и координации: внедрение роботов в строительство требует разработки эффективного плана и координации работы различных типов роботов для выполнения комплексных задач.</p> <p>—Комплектация робота. Каждый робот технический предназначен для одной задачи. Добавления задач требует перепрограммирования.</p>
------------------------------	---

Для каждого фактора мы предлагаем следующие решения:

Стоимость: Власти и компании могут создать специальные программы поддержки финансирования и субсидирования для внедрения робототехники в строительство. Также, исследования и разработки могут направляться на разработку более доступных и эффективных роботизированных систем.

Функционал: Разработчики могут создавать роботизированные системы с многофункциональными возможностями, которые выполняют различные задачи в строительстве. Это может включать строительство стен, укладку кабелей, режим подъема и перемещения грузов и т. д.

Условия работы робота: Разработчики должны учитывать различные условия работы, такие как погода, неровная поверхность, наличие людей в окружающей среде и другие факторы. Роботизированные системы должны быть разработаны с учетом этих условий и иметь соответствующую защиту и безопасность.

Обслуживание: Разработчики могут предусмотреть системы мониторинга и диагностики, чтобы обеспечить бесперебойную работу роботизированных систем. Также, может быть создана специализированная служба технической поддержки для оперативного устранения любых возникающих проблем.

Эксплуатация: Обучение работников строительных компаний и специалистов для работы с роботизированными системами позволит эффективно использовать их потенциал. Также, разработчики могут заботиться о простоте использования и интуитивно понятном интерфейсе управления.

Многозадачность: Разработчики могут создавать модульные роботизированные системы, которые могут выполнять различные задачи в зависимости от потребностей. Это позволит использовать одну систему для выполнения разных задач и эффективно использовать ее ресурсы.

Заключение. Опыт зарубежных стран во внедрении робототехники в строительство является значимым и перспективным для Казахстана. Робототехнические системы и роботы могут повысить производительность и точность работ, а также сократить время и затраты. Однако, для успешного внедрения робототехники необходима разработка и адаптация систем под специфические требования отечественной строительной отрасли, а также обучение кадров. Внедрение робототехники представляет потенциал для улучшения производительности, качества и безопасности работ в строительстве.

Использованная литература

1. L. Cousineau, N. Miura (1998) American Society of Civil Engineering.
2. R. Mahbub, Unpublished Thesis (2008) Queensland University of Technology. Australia.
3. T.K. Kang, C. Nam, U.K. Lee, N.L. Doh, G.T. Park (2011) School of Electrical Engineering. P. 670–671.
4. C. Balaguer (2004) Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Construction.
5. T. Arai (1994) Construction. P. 3–7.
6. В.Н. Казагашева, А.Ж. Каракойшиева, С.У. Ещанова (2015) *Введение элективного курса робототехники для бакалавров – строителей*. Молодой ученый. №20. С. 452–455. URL <https://moluch.ru/archive/100/22461/>.

0009-0006-1041-134X ¹Оспан Алмаз¹, ⁰⁰⁰⁰⁻⁰⁰⁰⁷⁻²⁸⁴⁴⁻⁶³⁶¹ ²Атоғали Джумабаев²,
⁰⁰⁰⁹⁻⁰⁰⁰⁷⁻⁴⁴⁰³⁻³⁴²⁸ ³Нүркен Олжабай³

^{1,2}Д.Н.Гумилеватындағы Еуразия ұлттық университеті
Астана, Қазақстан

³«Тұрақты құрылыс» ЖШС
Астана, Қазақстан

E-mail: ¹own.almaz@gmail.com, ²atagali@list.ru, ³olzhabay2020@bk.ru

Қазақстанның құрылыс саласында робототехниканы құрылыста енгізу және жүзеге асыру мәселелері

Аңдатпа. Бұл ғылыми мақала Қазақстанның құрылыс саласында робототехниканы қолдана отырып, құрылыста енгізу мен жүзеге асыруға байланысты мәселелерді зерттейді. Соңғы жылдары робототехника барған сайын танымал бола бастады және әртүрлі салаларда, соның ішінде құрылыста қолданылады. Мақалада робототехника-каны Қазақстанда құрылысқа енгізуге тырысатын компаниялар мен инженерлер кездесетін негізгі проблемалар қарастырылады. Мақалада осы мәселелерді шешуге арналған ұсыныстар мен шешімдер ұсынылған.

Түйінді сөздер: робототехника, пайдалану, функционал-дылық, автоматтандыру, технология.

0009-0006-1041-134X Ospan Almaz¹, 0000-0007-2844-6361 Atogali Dzhumabaev²,
0009-0007-4403-3428 Nurken Olzhabay³

^{1,2}L.N.Gumilyev Eurasian National University
Astana, Kazakhstan

³"Sustainable construction" LLP
Astana, Kazakhstan

E-mail: 1own.almaz@gmail.com, 2atagali@list.ru, 3olzhabay2020@bk.ru

Problems of implementation and implementation of construction with the use of robotics in the construction industry of Kazakhstan

Abstract. This scientific article explores the problems associated with the introduction and implementation of construction using robotics in the construction industry of Kazakhstan. In recent years, robotics has become increasingly popular and is used in various fields, including construction. The article discusses the main problems that companies and engineers may face when trying to introduce robotics into construction in Kazakhstan. The article offers recommendations and solutions to solve these problems.

Key words: *robotics, operation, functionality, automation, technology.*

References

1. L. Cousineau, N. Miura (1998) American Society of Civil Engineering.
2. R. Mahbub, (2008) Unpublished Thesis, Queensland University of Technology, Australia.
3. T.K. Kang, C. Nam, U.K. Lee, N.L. Doh, G.T. Park (2011) School of Electrical Engineering. P. 670–671.
4. C. Balaguer (2004) Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Construction.
5. T. Arai (1994) Construction, P. 3–7.
6. V.N. Kazagachev, A.Zh. Karakoishieva, S.U. Eschanova (2015) Introduction of elective robotics course for bachelor builders. Young scientist. No.20. P. 452-455. URL <https://moluch.ru/archive/100/22461/>.