

УДК 331.45

Хайретдинова Н.Р., студент ИЗ-2-23

Филиппова Ф.М., доцент

Казанский государственный энергетический университет

Khayretdinova N.R., student IZ-2-23

Filippova F.M., associate Professor

Kazan State Power Engineering University

**РОБОТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ****ROBOTICS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

Строительная площадка представляет собой окружающую среду, где находятся множество опасностей.[1, с.1]. Отлаженная система управления работами на строительной площадке имеет очень важное значение. Эффективное планирование производственных процессов, регулярное обучение персонала и постоянный контроль соблюдения нормативных требований позволяют предотвращать аварийные ситуации и своевременно внедрять профилактические меры. Обязательным условием является доведение до всех сотрудников полного объема информации о мерах защиты и алгоритмах действий при возникновении угрозы. Персоналу требуется освоить безопасные методики и руководствоваться ими при выполнении работ, включая корректную эксплуатацию инструментов и технических средств, что позволяет снизить риски производственного травматизма. Важнейшим элементом системы безопасности выступает регулярный технический контроль состояния оборудования, проводимый в установленные сроки.

Строительная отрасль характеризуется высокой степенью опасности для работников. [2, с.1]. Эта специфика обусловлена комплексом присущих ей условий труда. Ежегодно происходит 340 млн инцидентов на производстве. [9, с.2] К ним можно отнести мобильный характер работы, связанный с постоянной сменой объектов, использованием труда подрядных организаций, выполнение работ на открытом воздухе в различных климатических условиях, часто на высоте. Кроме того, труд большинства сотрудников характеризуется высокой физической нагрузкой и сопряжен с воздействием ряда опасных и вредных производственных факторов, таких как вибрация, шум и пыль.

В связи с наличием этих многочисленных рисков, соблюдение мер безопасности в данной отрасли является неотъемлемой необходимостью. Это актуально не только для поддержания высокого качества работы компаний, но и для защиты здоровья и жизни сотрудников. Именно для минимизации приведенных рисков создаются специальные стратегии, направленные на обеспечение безопасности и благополучия на рабочем месте.

Работодатели обязаны оценивать риски и принимать защитные меры безопасности для своих работников, вести учет аварий, предоставлять информацию и обучение, осуществлять консультации сотрудников, координировать разрабатываемые меры с подрядчиками. Также ключевую роль играет обеспечение работников, подверженных вредным и опасным факторам средствами защиты как коллективной, так и индивидуальной. В данной отрасли используются различные типы средств индивидуальной защиты (СИЗ), например: защитные каски, перчатки, защитная обувь, спецодежда, очки и респираторы.

Невозможно достичь идеальных условий труда, в которых не будет несчастных случаев или профессиональных заболеваний. Поэтому ключевой задачей остается снижение вероятности травматизма до минимально возможного уровня. Анализ статистики показывает, что основными видами травматизма в строительстве являются: падение пострадавших с высоты (29%); воздействие движущих и вращающихся деталей машин и механизмов (25%); транспортные происшествия (15%); обрушения и обвалы материалов (12%).[3,с.2]

В условиях столь высокой опасности традиционных мер безопасности может быть недостаточно. Это стимулирует поиск принципиально новых подходов, одним из которых является роботизация. Замена человеческого труда на выполнении задач, связанных с ключевыми рисками (ра-

бота на высоте, взаимодействие с техникой), становится действенным инструментом повышения безопасности. Именно поэтому робототехника находит все более широкое применение в процессе возведения зданий и сооружений [4, с.1].

Помимо повышения безопасности, мощным стимулом для роботизации стал острый дефицит кадров в строительном секторе. Таким образом, внедрение роботизированных комплексов становится стратегическим ответом на два ключевых вызова отрасли: высокий травматизм и нехватку квалифицированных рабочих. При этом все робототехнические устройства должны соответствовать общим требованиям безопасности, установленным в ГОСТ Р 60.0.2.1-2016.

Роботы на строительных площадках выполняют три основных вида задач: исполнение, помощь, мониторинг. Роботы-исполнители занимаются автоматизацией процессов, например, 3D-печать зданий, станки с ЧПУ. Роботы-помощники помогают выполнять работы с высокой точностью и позволяют облегчить физическую нагрузку на сотрудников. Примерами таких помощников могут послужить роботизированные манипуляторы, обычно использующие для точности манипуляций компьютерное зрение. Роботы для мониторинга рабочих процессов позволяют отслеживать качество и прогресс работ, повышать безопасность на площадке.

Использование перечисленных роботизированных систем напрямую способствует решению двух фундаментальных задач: повышению контроля качества и внедрению инновационных методов. За счет автоматизации и постоянного мониторинга снижаются риски ошибок и дефектов, что в итоге приводит к созданию более безопасных и надежных объектов и укрепляет доверие клиентов к строительным проектам [5, с.1].

Использование роботов кардинально трансформирует строительную безопасность, переключая внимание с защиты людей в опасных зонах на их полное исключение из таких условий, что, безусловно, имеет ряд преимуществ. Для работ с монотонным физическим трудом роботизированные руки-манипуляторы снижают риск травматизма у рабочих, например при укладке кирпича. Кроме того, человеческий фактор является одним из главных причин травматизма на рабочих местах. Роботы позволяют исключить эти риски почти до нуля, поскольку работают с высочайшей точностью по заранее заданным цифровым моделям (BIM), что позволяет минимизировать риск ошибок. Робототехнические комплексы не могут устать, терять концентрацию в конце рабочего дня, позволяют вести рабочий процесс без перерывов и длительное время. Роботы-помощники играют важную роль, поскольку позволяют снизить нагрузку на рабочих, тем самым уменьшая риск развития профессиональных заболеваний. Роботы позволяют поднимать грузы на необходимую высоту, что позволяет снизить риск заболеваний и производственных травм.

Эффективность таких нововведений подтверждается проведенным анализом. Как показывают расчеты, роботизация позволяет добиться значительного снижения производственного травматизма по ключевым категориям риска [6-8]:

- общий показатель травматизма по площадке – снижение на 20-40% (McKinsey) за счет комплексной автоматизации.
- травмы опорно-двигательного аппарата – снижение до 70-80% (Исследование, США) в результате замены физического труда.
- падения с высоты – снижение до 100% на автоматизированных операциях благодаря полному исключению человека из зоны риска.
- травмы от техники и ручного инструмента – снижение на 25-50% за счет удаления оператора и повышения точности.
- профессиональные заболевания (силикоз, вибрационная болезнь) – снижение до 90-100% на конкретных задачах.

Несмотря на преимущества, внедрение роботизированных комплексов и устройств может вызывать новые риски. Недостатки роботизации: возможность технического сбоя или взлом управляющих систем может привести к чрезвычайным происшествиям. Кроме того, появляется необходимость переобучения персонала, поскольку рабочие должны приобрести новые навыки для работы с роботами (программирование, управление, обслуживание). Неправильное обращение с манипуляторами опасно, и может лишь увеличить риск производственного травматизма. Строительная площадка - постоянно меняющееся пространство, с непредсказуемыми условиями (погода, ветер, риски поломок и травм, пыль, человеческий фактор). Роботы в строительных индустриях не умеют предсказывать, а умеют лишь выполнять ряд однотипных функций. Роботам сложно ориентироваться среди потока людей, множества стоящих строительных материалов и препятствий. Ро-

ботизация используется для минимизации производственного травматизма и облегчения работы, но может и усугубить существующую ситуацию появлением новых незнакомых опасностей. Кроме того, их внедрение требует больших финансовых вложений, поиска персонала в IT-сфере, и изучению новых технологий.

Таким образом, роботизация, обладая огромным потенциалом, не является быстрым или универсальным решением. На текущем этапе она наиболее эффективна в крупных проектах для автоматизации монотонных операций, в то время как задачи, требующие тонкой моторики и нестандартных решений, остаются за человеком.

### Список литературы

1. Овчарова, А. Д. Безопасность труда на строительной площадке / А. Д. Овчарова // Вестник науки. – 2024. – Т. 1, № 6(75). – С. 2291-2295.
2. Волкова Н.В., Ефимова Е.И. Проблемы обеспечения охраны труда в строительной отрасли // Вестник евразийской науки. 2013. №1 (14). <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obespecheniya-ohrany-truda-v-stroitelnoy-otrasli> (дата обращения: 21.09.2025).
3. Алибекова, И. В. Оценка неблагоприятных производственных факторов на строительной площадке / И. В. Алибекова, А. А. Блажнов // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 2(41). – С. 21-23.
4. Ишанов М., Эркаева А., Какабаева М., Гаратаев Б. Использование робототехники при возведении зданий и сооружений: преимущества и перспективы // Символ науки. 2024. – Т. 1, № 5-2. – С. 46-47.
5. Лемешкин А. В. Инновационные методы контроля качества в строительстве: новые возможности и технологии // Экономика строительства. 2023. №5.
6. МакКинси энд Компани. Повышение производительности в строительстве [Электронный ресурс]. – 2020. – <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative> (дата обращения: 15.10.2025)
7. Центр строительных исследований и обучения (CPWR). Строительная книга графиков [Электронный ресурс]. – 2022. – <https://www.cpwr.com/research/data-visualization/construction-chart-book/> (дата обращения: 15.10.2025)
8. Университет Иллинойса в Урбане-Шампейне. Роботизированная сборка в строительстве: обзор потенциальных опасностей и стратегий снижения рисков // Журнал инженерии строительства и менеджмента. – 2021. – Т. 147, № 5 [Электронный ресурс]. – <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0002055> (дата обращения: 15.10.2025).
9. Хайретдинова, Н. Р. Роль компьютерного зрения в безопасности труда / Н. Р. Хайретдинова // Тинчуринские чтения - 2024 "Энергетика и цифровая трансформация" : Международная молодежная научная конференция. В четырех томах, Казань, 24–26 апреля 2024 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2024. – С. 595-598.

### References

1. Ovcharova, A. N. According to J. Labor safety at the construction site / A. N. According to J. Ovcharova // Bulletin of Science. – 2024. - Doctor of Sciences 1, No. 6(75). - St. 2291-2295.
2. Volkova N.V., Efimova E.I. Problems of labor protection in the construction industry [Electronic resource] // The Eurasian Scientific Journal. 2013. No. 1 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-obespecheniya-ohrany-truda-v-stroitelnoy-otrasli> (accessed: 21.09.2025).
3. Alibekova, I. V. Assessment of unfavorable production factors at the construction site / I. V. Alibekova, A. A. Blazhnov // Bulletin of technosphere safety and rural Development. – 2025. – № 2(41). – Pp. 21-23.
4. Ishanov M., Erkaeva A., Kakabayeva M., Garataev B. The use of robotics in the construction of buildings and structures: advantages and prospects // Symbol of Science. 2024. – Vol. 1, No. 5-2. – pp. 46-47.
5. Lemeshkin A.V. Innovative methods of quality control in construction: new opportunities and technologies // Economics of construction. 2023. №5.

6. McKinsey & Company. The construction productivity imperative. – 2020. – <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative> (accessed: 15.10.2023)
7. The Center for Construction Research and Training (CPWR). The Construction Chart Book. – 2022. – <https://www.cpwr.com/research/data-visualization/construction-chart-book/> (accessed: 15.10.2023)
8. University of Illinois at Urbana-Champaign. Robotic Assembly in Construction: A Review of Potential Hazards and Risk Mitigation Strategies // Journal of Construction Engineering and Management. – 2021. – Vol. 147(5). – <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0002055> (accessed: 15.10.2023)
9. Khayretdinova, N. R. The role of computer vision in occupational safety / N. R. Khayretdinova // Tinchurin Readings - 2024 "Energy and Digital Transformation" : International Youth Scientific Conference. In four volumes, Kazan, April 24-26, 2024. Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2024, pp. 595-598.