

КУРУЛУШ ПРОЦЕССТЕРИН САНАРИПТИК УЮШТУРУУ ҮЧҮН ТЕХНОЛОГИЯЛАР: 3D БАСЫП ЧЫГАРУУ, РОБОТТОР, ЭКЗОСКЕЛЕТТЕР, ДРОНДОР, СЕНСОРЛОР, СКАНЕРЛЕР

Литвинчук Виктория Викторовна¹, Крихели Владислав Михайлович¹,

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Контакттар маалыматы: sleza_angela@mail.ru, vladkrihelitheonay@mail.ru

Аннотация: Макалада ар кандай тармактардагы курулуш процесстерин башкарууга байланыштуу негизги көйгөйлөр талкууланат, айрыкча иштелип чыккан жаңы технологияларды колдонуу менен өнүгүү технологиялары бир нече жолу талкууланат. Санариптик курулушту уюштуруунун алдыңкы технологияларын колдонуунун негизинде курулуштагы учурдагы методикалар кароого сунушталууда. Атап айтканда, мындай технологияларды колдонуу каралат: 3-чи-басып чыгаруу, курулуштагы робот системалары, экзоскелеттер, дрондор, сенсорлор жана сканерлер. Бул макаланы окуу алдыңкы уюмдардын иштелип чыккан технологиялары аркылуу ишке ашырылган буга чейинки мисалдардын фонунда курулуш процесстерин санариптештирүүнүн алдыңкы ыкмаларын өздөштүрүүгө өбөлгө түзөт. Коомду туруктуу өнүктүрүү жолундагы маанилүү кадам жаңы алдыңкы технологияларды өздөштүрүү аркылуу курулуш ишин оптималдаштыруу болуп саналат. Макаланын максаты иштеп жаткан курулуш методдорун жарыялоо, аларды теория жана практика жүзүндө колдонуу, иштеп жаткан курулуш объектилеринин мисалында практикалык колдонууну келтирүү, практикалык колдонуу үчүн теориялык тажрыйбаны берүү болуп саналат.

Ачкыч сөздөр: роботтоштуруу, казуу, структуралык монтаждоо, жасалгалоо иштери, сапатты көзөмөлдөө, логистикалык башкаруу, курулуш техникасын тейлөө, 3 сот-басып чыгаруу, экологиялуулук, дрондор, виртуалдык дизайн, экзоскелет.

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ: 3D-ПЕЧАТЬ, РОБОТЫ, ЭКЗОСКЕЛЕТЫ, ДРОНЫ, ДАТЧИКИ, СКАНЕРЫ

Литвинчук Виктория Викторовна¹, Крихели Владислав Михайлович¹

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Контактная информация: sleza_angela@mail.ru, vladkrihelitheonay@mail.ru

Аннотация: В статье обсуждаются ключевые проблемы, связанные с управлением строительными процессами в различных отраслях промышленности, в частности неоднократно обсуждаются технологии застройки с использованием разработанных новых технологий. Предлагаются на рассмотрение существующие методики в строительстве, основанные на использовании передовых технологий цифровой организации строительства: 3D-печать, роботизированные системы в строительстве, экзоскелеты, дроны, датчики и сканеры. Важным шагом на пути к устойчивому развитию общества является оптимизации строительной деятельности путем освоения новых передовых технологий. Цель статьи заключается в оглашении существующих методов строительства, их использовании как в теории, так и на практике, приведения практического использования на примере существующих объектов строительства, передача теоретического опыта для практического применения. The purpose of the article is to announce the existing construction

methods, their use both in theory and in practice, to bring practical use to the example of existing construction facilities, to transfer theoretical experience for practical application.

Ключевые слова: *роботизация, земляные работы, монтаж конструкций, отделочные работы, контроль качества, управление логистикой, обслуживание строительной техники, 3D-печать, экологичность, дроны, виртуальное проектирование, экзоскелеты.*

TECHNOLOGIES FOR DIGITAL ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PROCESSES: 3D PRINTING, ROBOTS, EXOSKELETONS, DRONES, SENSORS, SCANNERS

Litvinchuk Victoria Viktorovna¹,

Vladislav Mikhailovich Krikheli¹

Author for correspondence: sleza_angela@mail.ru, vladkrihelitheonay@mail.ru

Abstract: *The article discusses the key issues related to the management of construction processes in various industries, in particular, building technologies using developed new technologies are repeatedly discussed. The existing methods in construction based on the use of advanced technologies of digital construction organization are proposed for consideration. In particular, the application of technologies such as 3D printing, robotic systems in construction, exoskeletons, drones, sensors and scanners is being considered. Reading this article contributes to the development of advanced methods of digitalization of construction processes against the background of existing examples that have already been translated into reality through the developed technologies of advanced organizations. An important step towards the sustainable development of society is the optimization of construction activities through the development of new advanced technologies.*

Keywords: *robotics, earthworks, installation of structures, finishing works, quality control, logistics management, maintenance of construction equipment, 3D printing, environmental friendliness, drones, virtual design, exoskeletons.*

1. Введение

В настоящее время строительная отрасль активно внедряет цифровые технологии, чтобы улучшить качество и эффективность строительных процессов. Среди самых инновационных технологий выделяются 3D-печать, роботы, экзоскелеты, дроны, датчики и сканеры, позволяющие ускорить строительство, снизить затраты и повысить безопасность рабочих.

Примеры роботизации. Роботизация в строительстве - это одно из наиболее перспективных направлений в современной индустрии. Сферы, которые становятся автономными благодаря роботизации, включают в себя следующее [1]:

1. *Земляные работы.* Автономные экскаваторы и бульдозеры могут выполнять большую часть работ по выемке и перемещению земли без участия человека.

2. *Монтаж конструкций.* Роботы-строители способны устанавливать стены, потолки, каркасы и другие элементы конструкций без участия рабочей силы.

3. *Отделочные работы.* Роботы-маляры и роботы-штукатуры могут выполнять покраску, штукатурку и другие виды отделочных работ автономно.

4. *Контроль качества.* Специальные роботы-инспекторы могут проводить контроль качества работ на строительной площадке.

5. *Управление логистикой.* Автономные роботы-перевозчики могут обеспечивать эффективное и безопасное перемещение материалов и оборудования по строительной площадке.

6. Обслуживание строительной техники. Роботы-техники могут автоматически производить обслуживание и ремонт строительной техники.

2. Проблемы и задачи

Когда речь заходит о современных технологиях в строительной сфере, все чаще привлекают внимание инновации цифровой организации процессов. Этот подход приносит новые возможности и преимущества в различные аспекты строительства, начиная от улучшения производительности и безопасности до оптимизации затрат и сокращения времени выполнения проектов:

- **3D-печать.** С ее помощью можно создавать не только детали и компоненты для строительных конструкций, но и целые элементы зданий. Это не только ускоряет процесс строительства, но и позволяет реализовывать самые смелые дизайнерские и архитектурные решения [2].



Фото 1 - 3D-печать здания

Преимущества 3D-печати: скорость, высокая точность выполнения задач, экологичность 3D-печати. В отличие от некоторых производственных процессов, где создается большое количество отходов, 3D-принтеры используют только ту материю, которая необходима для создания объекта, что существенно сокращает количество отходов и влияние на окружающую среду и 3D-принтеры работают от электричества, что также способствует снижению экологического воздействия.

- **Роботы в строительстве** представляют собой инновационное решение: они уменьшают количество ошибок и переделок, экономят время и обеспечивают выполнение работ в строго определенные сроки, способны эффективно управлять процессом строительства, координируя действия на стройплощадке и оптимизируя использование ресурсов. Робот-кран *Fanuc* – это инновационное устройство, предназначенное для подъема, перемещения и установки тяжелых предметов на производстве [3]. Он оснащен мощными механизмами подъема и опускания, прецизионными манипуляторами, позволяющими точно управлять перемещением

грузов, системой навигации и управления, что обеспечивает высокую точность и производительность при выполнении задач. Роботы-краны Fanuc могут интегрировать с другими автоматизированными системами, такими как конвейеры, оборудование для обработки и упаковки товаров. Кроме того, роботы могут сокращать количество отходов, так как выполняют свои задачи точно и без излишнего расхода материалов. В перспективе роботизированные системы могут стать неотъемлемой частью строительной индустрии, обеспечивая повышение производительности, снижение затрат и улучшение качества выполняемых работ.



Фото 2 – Роботы в строительстве

- **Экзоскелеты** - еще одно инновационное решение, направленное на улучшение условий труда на стройплощадках. Эти устройства помогают снизить нагрузку на тело рабочего при подъеме и переноске тяжелых предметов, что сокращает риск возникновения травм и усталости [4].

- **Дроны** стали неотъемлемым инструментом для мониторинга и улучшения строительных процессов, обеспечивающие широкий спектр возможностей, включая проведение аэрофотосъемки для получения высококачественных изображений и видеоматериалов с воздуха, используемых для анализа территории, планирования работ и визуализации прогресса проекта. Кроме того, дроны могут осуществлять контроль и управление покраской стен, обеспечивая точное и равномерное нанесение краски на поверхности. Дроны также используются для съемки детальных изображений зданий, что позволяет проводить различные инспекции, включая проверку безопасности, техническое обслуживание и строительные инспекции. Кроме того, дроны собирают информацию о местности и обстановке на стройплощадке, что помогает улучшить планирование работ, оптимизировать использование ресурсов и повысить безопасность. Благодаря своей маневренности, скорости и возможности работать в труднодоступных местах, дроны становятся незаменимым инструментом для современных строительных проектов, обеспечивая эффективное управление и контроль на всех этапах выполнения работ [5].



Фото 3 – дроны в строительстве

- **Датчики и сканеры** применяются для непрерывного контроля качества строительных материалов и процессов. Они обеспечивают точное согласование проекта с реальным положением дел на стройплощадке и позволяют своевременно выявлять и устранять любые несоответствия. В совокупности эти технологии создают новый уровень эффективности, безопасности и устойчивости в строительной индустрии. Их внедрение не только ускоряет процесс строительства, но и снижает затраты, повышает качество и сокращает воздействие на окружающую среду [6].

3. Решение и теоретическое обоснование

Поддержка инноваций в области цифровой организации строительных процессов представляет собой ключевую составляющую современного развития строительной отрасли. В результате исследований, при подборе оптимальных технологий для строительных мероприятий, были выявлены следующие тенденции и преимущества:

- 3D-печать открывает новые возможности для создания индивидуальных конструкций, упрощает процесс проектирования и изготовления строительных элементов. За счет применения 3D-печати можно реализовать даже самые сложные архитектурные и дизайнерские решения, что ранее казалось невозможным. Кроме того, автоматизация с помощью роботизированных систем, таких как роботы и экзоскелеты, значительно повышает производительность труда и снижает риск возникновения травм. Это особенно важно на строительных площадках, где рутинные и тяжелые задачи могут быть выполнены более эффективно и безопасно благодаря использованию роботизированных систем [7].

- Дроны являются инструментом для мониторинга и улучшения строительных процессов, обеспечивающие широкий спектр возможностей, включая проведение аэрофотосъемки для получения высококачественных изображений и видеоматериалов с воздуха. Эти данные могут быть использованы для анализа территории, планирования работ и визуализации прогресса проекта. Дроны могут осуществлять контроль и управление покраской стен, обеспечивая точное и равномерное нанесение краски на поверхности. Дроны также используются для съемки детальных изображений зданий, что позволяет проводить различные инспекции, включая проверку безопасности, техническое обслуживание и строительные инспекции. Дроны собирают информацию о местности и обстановке на стройплощадке, что помогает улучшить планирование работ, оптимизировать использование ресурсов и повысить безопасность. Благодаря своей маневренности, скорости и возможности работать в труднодоступных местах, дроны становятся незаменимым инструментом для современных строительных

проектов, обеспечивая эффективное управление и контроль на всех этапах выполнения работ.

- Датчики и сканеры предоставляют точную информацию о состоянии строительных материалов и объектов, что помогает выявить потенциальные проблемы и предотвратить возможные аварии.

Таким образом, в свете исследований, интеграция вышеупомянутых технологий в строительные процессы способствует повышению эффективности, безопасности и экологической устойчивости в строительстве, а также сокращению негативного воздействия на окружающую среду. Эти инновации направлены на создание более эффективных, безопасных и экологически устойчивых строительных проектов, что в итоге приводит к улучшению жизненного качества и комфорта людей, а также к сохранению природных ресурсов для будущих поколений [8].

4. Практическое исследование и выводы

В ходе исследований, были выявлены тенденции применения инновационных технологий и умной строительной техники.

Компания Swinerton является одним из национальных лидеров в области применения виртуального проектирования и строительства, используя информационное моделирование зданий (BIM) для улучшения эффективности и качества своих проектов. Использование BIM позволяет Swinerton создавать трехмерные модели зданий, интегрировать различные аспекты проектирования и строительства, а также оптимизировать процессы совместной работы всех участников проекта [9].

Одним из ключевых преимуществ виртуального проектирования и строительства с использованием BIM является возможность увидеть готовый результат до начала физического строительства. Это позволяет выявить потенциальные проблемы, внести изменения и оптимизировать проект еще на ранних этапах разработки. Кроме того, BIM позволяет автоматизировать процессы планирования, управления ресурсами и контроля качества, что сокращает время и затраты на строительство.

Swinerton активно внедряет BIM в своей деятельности, обучая своих сотрудников новым технологиям и инструментам, а также сотрудничая с ведущими поставщиками программного обеспечения для виртуального проектирования. Компания стремится к постоянному совершенствованию своих процессов и повышению качества сервиса для своих клиентов, позволяя сокращать время на проектирование и строительство, повышать прозрачность и эффективность своей деятельности, а также улучшать качество своих проектов. Компания продолжит развивать и совершенствовать свои

методы работы, чтобы оставаться на передовых позициях в области виртуального проектирования и строительства.

Заключение

Использование технологий цифровой организации строительных процессов, таких как 3D-печать, роботы, экзоскелеты, дроны, датчики и сканеры, представляет собой важный шаг в направлении создания более устойчивых и экологически чистых производственных и потребительских моделей в строительстве. Эти инновационные методы не только повышают эффективность и безопасность строительных процессов, но и способствуют уменьшению использования первичных ресурсов, сокращению объемов отходов и снижению уровня загрязнения окружающей среды. Внедрение этих технологий является ключевым фактором на пути к устойчивому развитию строительной отрасли и общества в целом, делая процессы более эффективными и инновационными [10-11].

Библиографический список литературы

- [1] *isicad.ru Технологии для цифровизации строительства*
- [2] *YouTube Вертикаль Строительство домов в Анапе*
- [3] *vektorus.ru Роботы краны*
- [4] *atf.ru Экзоскелеты*
- [5] *drone.com.kz Применение дронов в строительстве*
- [6] *moluch.ru Технологии цифровой организации строительных процессов*
- [7] *iconbuild.com Компания ICON, в области 3Д печати*
- [8] *nl.linkedin.com Компания Twente Additive Manufacturing в сфере 3Д печати*
- [9] *swinerton.com Компания Swinerton, в области виртуального проектирования*
- [10] *peri.ru Цифровые технологии в сфере строительства*
- [11] *cyberleninka.ru Тенденции развития цифровых технологий в организации строительства*