

Научная статья

Original article

УДК 332

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_11_557

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА
ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ТЕХНИКИ
ENSURING THE QUALITY OF CONSTRUCTION PRODUCTS BASED
ON THE APPLICATION OF CONTROLLED EQUIPMENT**



Ядренкин Никита Андреевич, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, E-mail: n413xandrov@yandex.ru

Петров Иван Сергеевич, д.э.н., доцент кафедры экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, E-mail: Petrovrf@mail.ru

Кощев Вадим Аркадьевич, д.э.н., доцент кафедры экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, E-mail: npmos@bk.ru

Yadrenkin Nikita Andreevich, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, St. Petersburg, E-mail: n413xandrov@yandex.ru

Petrov Ivan Sergeevich, Doctor of Economics, Associate Professor of the Department of Construction Economics and Housing and Communal Services of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, St. Petersburg, E-mail: Petrovrf@mail.ru

Koshcheev Vadim Arkadyevich, Doctor of Economics, Associate Professor of the Department of Construction Economics and Housing and Communal Services

Аннотация. Обеспечение высокого уровня качества готовой продукции является одной из ключевых задач предпринимательства в любой сфере деятельности. В зависимости от данной характеристики будут находиться репутация организации, уровни потенциальных продаж товаров и услуг, величина выручки и другие экономические параметры. Мы сейчас прекрасно видим, что в зависимости от сферы деятельности меняются и подходы к управлению качеством готовой продукции. В области общепита высокий уровень данной характеристики обеспечивается за счет использования свежих продуктов, контроля технологических операций. В сфере промышленности качество готовой продукции обеспечивается не только осуществлением аналогичных проверочных процедур, но и согласованной работой различных подразделений, отвечающих за снабжение, подбор персонала, непосредственно за производственные процессы, обеспечение бесперебойного производства. Как мы видим, ввиду роста технологичности готовой продукции, усложняются процессы изготовления и, соответственно, управления ее качеством.

Целью данного исследования является поиск направлений совершенствования процессов обеспечения качества в строительной сфере на основе применения управляемой роботизированной наземной и летательной техники. Для этого авторы рассмотрели применение данных устройств в смежных видах экономической деятельности: ТЭК, сельском хозяйстве, логистике, транспорте, здравоохранении.

На основе изученных трудов других исследователей определено и обосновано, что в строительстве целесообразно применение обоих видов управляемой техники, вместо одного (летательной). Авторы представили свое видение к техническим требованиям прототипа наземного робота. Выявлены и проанализированы барьеры внедрения рассматриваемой техники, предложены направления по их решению.

Abstract. Ensuring a high level of quality of finished products is one of the key tasks of entrepreneurship in any field of activity. Depending on this characteristic, the organization's reputation, levels of potential sales of goods and services, the amount of revenue and other economic parameters will depend. We now clearly see that depending on the field of activity, approaches to managing the quality of finished products also change. In the field of catering, a high level of this characteristic is ensured through the use of fresh products and control of technological operations. In the industrial sector, the quality of finished products is ensured not only by the implementation of similar inspection procedures, but also by the coordinated work of various departments responsible for supply, personnel selection, directly for production processes, and ensuring uninterrupted production. As we see, due to the increase in manufacturability of finished products, the manufacturing processes and, accordingly, their quality management are becoming more complicated.

The purpose of this study is to find ways to improve quality assurance processes in the construction industry based on the use of controlled robotic ground and aircraft equipment. To do this, the authors examined the use of these devices in related types of economic activities: fuel and energy complex, agriculture, logistics, transport, healthcare.

Based on the studied works of other researchers, it has been determined and justified that in construction it is advisable to use both types of controlled equipment, instead of one (airborne). The authors presented their vision of the technical requirements of the ground robot prototype. Barriers to the implementation of the technology under consideration have been identified and analyzed, and directions for solving them have been proposed.

Ключевые слова: обеспечение качества, робототехника, цифровые технологии, летательные аппараты, строительная продукция

Key words: quality assurance, robotics, digital technologies, aircraft, construction products

Актуальность. Строительство как вид производства особенно отличается своей длительностью, большими объемами привлекаемых капитальных и материальных вложений, человеческих ресурсов. Согласно данным Росстата, за 2022 год было привлечено в данную сферу инвестиций на сумму 3382,0 млрд рублей [1, с. 6], что на 8,6% больше аналогичного показателя за 2021 год [2, с. 6]. Данные особенности обуславливают необходимость в проведении разного рода контрольных мероприятий как со стороны лиц, осуществляющих строительство, так и со стороны государственных органов власти, ведь от готовой продукции в виде зданий и сооружений ожидается большой срок эксплуатации. В настоящее время такие процедуры выполняются в соответствии с нормативными актами РФ, которые не в полной мере начинают соответствовать текущим экономическим условиям, особенно в контексте комплексной цифровой трансформации [3].

Обзор литературы. Проблемы обеспечения качества производимой продукции затрагивают многие отечественные ученые и исследователи. И.Е. Семенко в своей статье рассматривает этот вопрос с точки зрения управления, как фактор повышения конкурентоспособности организации [4, с. 514]. Исследователь уверена, что в настоящее время при реализации продукции необходимо следовать системам стандартизации и сертификации, правилам обеспечения гарантированности качества. В случае вывода товаров и услуг на международные рынки, необходимо руководствоваться положениям международных стандартов серии ISO 9000.

Система управления качеством, как фактор его обеспечения, на машиностроительном предприятии рассмотрена в соответствующей статье И.И. Давлетова. В качестве предмета исследования выступило АО «Пермский завод «Машиностроитель». При поисках способов улучшения качества выпускаемой продукции ученый использовал диаграмму Исикавы, где влиятельными факторами отмечены [5, с. 492]:

1. Люди (условия труда и безопасность).

2. Контроль (входной и выходной контроль продукции, ведение документации, условия хранения).

3. Оборудование (техническое обслуживание, освоение новых технологий, модернизация технологической базы).

4. Информационные технологии (внутренняя сетевая инфраструктура, лицензионное ПО).

Сделав акцент на перечисленных факторах, И.И. Давлетов предложил решения, которые, если верить его прогнозам [5, с. 494], благоприятно скажутся не только на качестве выпускаемой продукции, но и на производстве АО «Пермский завод «Машиностроитель» в целом. Для строительной сферы, как считает исследователь Luca Liliana, уместно использовать усовершенствованную диаграмму Исикавы, где будут учтены факторы, влияющие на геометрические и качественные характеристики объекта, его положение в пространстве [6, с. 4].

Проблема обеспечения качества получаемых 3D-печатью строительных изделий затронута в статье Р.Х. Мухаметрахимова и Л.В. Зиганшиной. Авторы отмечают сложности получения соответствующих проектным требованиям бетонных конструкций [7, с. 67]: в результате опытов у материалов наблюдались прочностные и геометрические дефекты. В качестве решения предлагается применение группы уравнений [7, с. 70-71], по которым возможно уточнение исходных данных для 3D-принтера. Также Р.Х. Мухаметрахимов и Л.В. Зиганшина дали практические рекомендации по проведению строительного контроля получаемых 3D-печатью изделий [7, с. 72-73].

Необходимость развития процессов контроля качества при реализации строительных проектов в контексте технологии «Строительство 4.0» затронута в статье А.В. Пешкова, М.В. Матвеевой, О.А. Безруких, Д.С. Рогова. По мнению исследователей, строительная сфера в плане организации контроля качества продукции отстает от других отраслей, что вызвано недостаточными соответствующими автоматизацией и цифровизацией [8, с.

92]. Ввиду этой особенности, невозможно избежать задержки между различными операциями, начиная от документооборота, заканчивая СМР. Решением этой проблемы, как считают исследователи, может стать комплексное применение технологий BIM и Интернета вещей [8, с. 94]. Перспективность цифровизации в контексте Строительства 4.0 отмечена также в статье «Digital quality control of construction work» Jaroslav Synek [9, с. 1]

То, что качество строительной продукции в настоящее время обеспечивается в большей степени традиционными методами строительного контроля, подтверждает исследование Р.Р. Сиргалина и А.М. Эльшейха [10, с. 49]. Исследователи обращают внимание на низкую скорость документооборота между различными участниками строительства, вызванную необходимостью ручного заполнения актов, журналов и т.д., поэтому своевременно устранить замечания надзорных органов и лиц относительно объекта строительства в настоящее время сложно. Одним из инструментов развития механизма строительного контроля исследователи видят применение BIM-технологий, однако для обеспечения функционирования цифровой документации необходимо вносить изменения в нормативно-правовую базу РФ [10, с. 51].

Материалы и методы. Существенные отличия строительства как вида экономической деятельности от любого другого производства и предпринимательства делают невозможным применение только одного из инструментов, предложенных в исследованиях, которые упомянуты в разделе «Обзор литературы». Действительно, соответствие готовой продукции международным и локальным государственным стандартам необходимо для обеспечения организацией своей конкурентоспособности. Однако рационально на данный подход смотреть с точки зрения ориентира последующего развития, так как внешние требования будут открывать сильные и слабые стороны экономической единицы. А устранение

недостатков и улучшение существующих показателей потребуют освоения инноваций и модернизации текущей производственной базы.

В качестве основного инструмента обеспечения качества строительной продукции, по нашему мнению, следует рассматривать цифровые технологии. Достоинства этих новшеств подтверждаются многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями. Упомянутые ранее концепция «Строительство 4.0» и 3D-печать основываются на BIM-технологиях. Из более масштабных проектов, реализуемых с участием цифровых технологий, следует отметить «Умный город» и «Цифровая экономика». Как мы видим, применение BIM способствует как развитию смежных технологий, так и решению связанных с ними задач, поэтому будет разумным рассмотреть перспективность их применения в процессах повышения и управления качеством продукции в соответствующей сфере.

Результаты. В качестве отдельного звена мировой цифровизации уверенно развивается робототехника. По прогнозу Precedence Research, в 2023 г. объем мирового рынка робототехники составит \$100,2 млрд, увеличившись на 12,2% по сравнению с 2022 г. В будущем прогнозируется сохранение среднегодового темпа роста данного рынка на уровне 12,3%, что к 2030 г. Приведет к объему в \$225,6 млрд [11]. В РФ прогнозируется рост спроса на сервисных роботов, сферы применения и решаемые ими задачи представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Сферы применения роботов в РФ и решаемые с их помощью задачи [11-13; 14 с. 38; 15, с. 89]

Сфера применения	Решаемые задачи
Топливо-энергетический комплекс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разведка месторождений. 2. Добыча полезных ископаемых. 3. Обслуживание инфраструктуры. 4. Лабораторные исследования. 5. Наблюдение, контроль качества.
Строительство	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3D-печать конструкций.

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Изучение строительных процессов. 3. Выполнение СМР (от кирпичной кладки до сборки металлических конструкций). 4. Производство строительных материалов. 5. Контроль хода строительства
Логистика	Сортировка, сборка/разборка грузов
Транспорт	Перевозка грузов
Сельское хозяйство	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инспекция, сортировка, переработка или обработка животных или растительных продуктов. 2. Автоматизация системы посадки, опрыскивания, культивации, полива, сбора урожая. 3. Осмотр, контроль, выращивание, сортировка и обработка цветов и растений в контролируемых условиях. 4. Быстрое зондирование для выявления дефектов, степени зрелости, физического повреждения, микробного загрязнения, определения размера, формы, других параметров качества растительных или животных продуктов.
Здравоохранение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Управление здравоохранением. 2. Диагностика. 3. Робото-ассистированная хирургия. 4. реабилитация и уход.

Как видно из представленной выше информации, роботизация направлена на сведение к минимуму влияния возможного отрицательного человеческого фактора, оптимизацию скорости выполнения операций. Иными словами – для обеспечения качества.

Идея сопровождения различных строительных процессов при помощи роботизированных устройств не нова. Например, с их помощью реализуются фотограмметрические методы преобразования изображений окружающего пространства в план местности применяются при проведении строительных, контрольных работ, а также при обследовании соответствующих территорий [16, с. 165]. После обработки полученных снимков специалисты идентифицируют на них базовые точки контуров и сегментов линий, для которых затем определяются локальные координаты. С полученными значениями будут сопоставляться данные систем глобального позиционирования и картографических интернет-сервисов с целью обеспечения необходимой точности автоматического обследования

территории строительства. Данные технологии основаны на применении BIM.

В области контроля качества выполненных СМР также рационально применять роботизированные устройства. Данная задача весьма трудоемка, поэтому рационально доверить ее решение специальному устройству, которое сможет передавать внешний вид обследуемой конструкции и выполнять требуемые поверочные измерения [17, с. 5]. Такое решение будет уместным в условиях высокого риска жизни и здоровью работника.

Следует отметить, что в настоящее время сложно создать универсальное наземное роботизированное устройство, которое сможет обеспечить качественное выполнение СМР ввиду специфических условий работы. Конструктивные решения аппарата зависят от факторов, представленных ниже на рисунке 1.



Рисунок 1. Зависимость конструктивных решений робота в зависимости от условий его работы

Представленная на рисунке 1 информация подтверждает наши суждения: действительно, сложно разработать наземное устройство, которое сможет выполнять множество задач как по выполнению строительных работ, так и контролю их качества. Поэтому сейчас предпочтение отдается летательным аппаратам: дронам, коптерам.

Применение управляемых летательных аппаратов осуществляется в областях архитектурного проектирования, управления строительством и мониторинга. Некоторые авторы видят применение данных технологических решений в системе автоматического интеллектуального строительства и отчетности, что позволит упростить планирование строительства, оптимизировать затраты [17, с. 5]. С помощью получаемых данных в значительной мере облегчатся проведение контроля за ходом строительства и другие важные практические функции, основанные на данных в реальном времени. Данную функцию предлагается осуществлять на основе фотоснимков с БПЛА и цифровых облаков точек с последующим построением трехмерной модели методами фотограмметрии, что позволит на различных этапах проектирования и строительства отслеживать процесс и контролировать качество работ в целом.

Главной положительной стороной летательных аппаратов является их мобильность, за счет чего непременно сократятся сроки выполнения различных задач. В настоящее время существует множество дронов и коптеров, снабженных разнообразным рабочим оборудованием: видеокамерами и лазерными сканерами. Поэтому необходимость в разработке абсолютного нового устройства, как правило, будет отсутствовать, что нельзя сказать про наземных роботов. Однако у летательных устройств есть и главный недостаток – зависимость погодных условий, которая может в определенные временные промежутки (а где-то и на постоянной основе) сделать применение этих устройств невозможным.

Обсуждение. Обеспечение и контроль качества готовой продукции за счет применения управляемой техники может стать одним из ключевых

направлений цифровизации строительства, так как использование данных новшеств может помогать решать и другие ключевые задачи в данной сфере (табл. 1).

В ходе проведенного исследования выявлено, что наиболее перспективны в строительстве летательные аппараты на основе дронов и коптеров. Данные устройства достаточно широко представлены на рынке различными производителями, имеют рабочее оборудование для решения большого спектра задач. Поэтому необходимость в разработке совершенно нового аппарата, как это требуется относительно наземного управляемого комплекса, отсутствует. Другой положительной стороной дронов и коптеров является их мобильность, что позволяет с их помощью быстро и эффективно решать рабочие задачи. Сейчас данными устройствами можно проводить процедуры строительного контроля, изучения территории строительства, лазерного сканирования.

Несколько иная ситуация обстоит с наземными управляемыми комплексами. В первую очередь требуется разработка данного устройства для решения соответствующей задачи, соответственно, будут варьироваться геометрические характеристики, рабочее оборудование аппаратов (рис. 1). Данный фактор неблагоприятно скажется на себестоимости роботизированного комплекса с экономической точки зрения. Но, с другой стороны, эксплуатация данных устройств в неблагоприятных климатических условиях строительства будет целесообразнее, чем летательных аппаратов. Решаемые данными управляемыми роботами задачи аналогичны: строительный контроль, обследование территорий, съемка местности.

В обеспечении качества строительной продукции счет применения упомянутых в исследовании устройств могут быть заинтересованы различные субъекты экономической деятельности: стейкхолдеры, контрагенты, потребители, подрядчики и т.д. Упомянутые лица будут меньше беспокоиться за свои временные и капитальные вложения в строительные проекты. Помимо своих прямых функций, роботы и

летательные аппараты помогут сделать бизнес-процессы прозрачными, что благоприятно скажется на деловой репутации строительных организаций.

Среди возможных барьеров внедрения управляемых роботов, коптеров и дронов в практику обеспечения качества строительной продукции выделяются:

1. Необходимость значительных капитальных вложений для осуществления процесса перехода на инновации.

2. Отсутствие законодательных актов, регламентирующих применение рассматриваемых устройств в строительстве.

3. Необходимость организации и обеспечения разработки, а затем и производства наземного управляемого робота.

Данные проблемы актуальны не только для РФ, но и для других стран. Во многом сочетание данных условий и не позволяет проводить цифровизацию сфер экономической деятельности быстрыми темпами. Поэтому ученым и исследователям приходится искать разные способы решения, рассматривая меры господдержки и разнообразные методы финансирования. Отметим, что в настоящее время наиболее действенным инструментом по разрешению упомянутых трех барьеров по-прежнему остается прямое и косвенное участие государства, что и обуславливает необходимость его участия и в будущем.

При реорганизации рабочих процессов, освоении и применении роботов, дронов и коптеров следует выделить экономические показатели, изменение значений которых позволит оценить эффективность преобразований в области обеспечения качества строительной продукции. Выбор конкретного критерия может зависеть от решаемой задачи, но в настоящее время такими являются скорость выполнения рабочих процессов, динамика издержек производства. Рационально установить на период преобразований управленческий контроль, который позволит оперативно реагировать на любые непредвиденные обстоятельства, способные сказаться на проведении преобразований.

Выводы. По результатам проведенного исследования нам удалось обосновать целесообразность применения управляемых роботов и летательных аппаратов в процессах обеспечения качества строительной продукции. Определено, что данные устройства могут эксплуатироваться при реализации строительного контроля, исследовании территорий, наблюдениях за рабочими процессами, сканировании местности. Для успешных внедрения и использования устройств в современных экономических условиях РФ необходимо устранить финансовые и законодательные барьеры.

В будущих исследованиях будет рационально выявить критерии, по которым будет возможность оценить эффективность применения рассматриваемых технологий в области обеспечения качества строительной продукции. Другим направлением должно стать выявление требований к техническим характеристикам наземного управляемого робота, на основе которых будет возможно разработать прототип. Так как преобразования могут потребовать государственного участия в прямой и косвенных формах, следует рассмотреть соответствующие инструменты.

Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – URL : https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil_stroi_2022.pdf (дата обращения: 09.10.2022). – Текст : электронный.
2. Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – URL : https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Analt_zap_Jil-ctroit_RF_2021.pdf (дата обращения: 09.10.2023). – Текст : электронный.
3. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» : [сайт]. – URL : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 09.10.2023). – Текст : электронный.
4. Семенко, И.Е. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ / И.Е. Семенко. - Текст : непосредственный // Московский экономический журнал.

– 2021. - № 11. – С. 513-521.

5. Давлетов, И.И. Управление качеством продукции машиностроительных предприятий / И.И. Давлетов. - Текст : непосредственный // Московский экономический журнал. – 2021. - № 7. – С. 487-494.

6. Luca, L. A new model of Ishikawa diagram for quality assessment / L. Luca. - Electronic text. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/161/1/012099> (date of application: 11.10.2023).

7. Мухаметрахимов, Р.Х. Технология и контроль качества строительной 3D-печати / Р.Х. Мухаметрахимов, Л.В. Зиганшина - Текст : непосредственный // Известия КГАСУ. – 2022. - № 1(59). – С. 64-79.

8. Пешков, А.В. Обеспечение процессов контроля качества на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства в рамках концепции «Строительство 4.0» / А.В. Пешков, М.В. Матвеева, О.А. Безруких, Д.С. Рогов - Текст : непосредственный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2022. - № 1(12). – С. 90-97.

9. Synek, J. Digital quality control of construction work / J. Synek - Electronic text. // MATEC Web of Conferences. – 2019. – URL : https://www.researchgate.net/publication/332373752_Digital_quality_control_of_construction_work (date of application: 12.10.2023).

10. Сиргалин, Р.Р. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIM / Р.Р. Сиргалин, А.М. Эльшейх - Текст : непосредственный // Системные технологии. – 2022. - № 4(45). – С. 49-53.

11. Роботизация вне кризиса : [сайт]. – URL : <https://cipr.ru/articles-2023/robotizaciya-vne-krizisa/> (дата обращения: 15.10.2023). – Текст : электронный.

12. Роботизация нефтегазовой отрасли в России: каковы перспективы? : [сайт]. – URL : <https://dprom.online/oilngas/robotizatsiya-neftegazovoj-otrasli-v-rossii-kakovy-perspektivy/> (дата обращения: 15.10.2023). – Текст :

электронный.

13. Робототехника в строительстве : [сайт]. – URL : <https://top3dshop.ru/blog/robototekhnika-v-stroitelstve.html> (дата обращения: 15.10.2023). – Текст : электронный.

14. Скворцов, Е.А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ЗА РУБЕЖОМ / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова - Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2016. - № 1(143). – С. 37-43.

15. Цомартова, Ф.В. Роботизация в здравоохранении: правовая перспектива / Ф.В. Цомартова - Текст : непосредственный // Здравоохранение Российской Федерации. – 2020. - № 64(2). – С. 88-96.

16. Татаринович, Б. А. Опыт проектирования мобильных роботов для обследования территории строительства / Б. А. Татаринович, В. О. Котляров, Е. М. Курило - Текст : непосредственный // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - № 8. – С. 165-169.

17. Носков, И. В. Дрон-технологии в строительстве – современные решения и возможности / И. В. Носков, К. И. Носков, С. В. Тиненская, С. А. Ананьев - Текст : непосредственный // Вестник Евразийской науки. – 2020. - № 5 (12). – С. 1-12.

References

1. Federal State Statistics Service: [website]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil_stroi_2022.pdf (access date: 10/09/2022). – Text: electronic.

2. Federal State Statistics Service: [website]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Analt_zap_Jil-ctroit_RF_2021.pdf (access date: 10/09/2023). – Text: electronic.

3. Decree of the President of the Russian Federation dated July 21, 2020 No. 474 “On the national development goals of the Russian Federation for the period until 2030”: [website]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (access date: 10/09/2023). – Text: electronic.

4. Semenko, I.E. QUALITY MANAGEMENT AS A FACTOR OF INCREASING

COMPETITIVENESS OF AN ENTERPRISE / I.E. Semenko. - Text: direct // Moscow Economic Journal. – 2021. - No. 11. – P. 513-521.

5. Davletov, I.I. Product quality management of machine-building enterprises / I.I. Davletov. - Text: direct // Moscow Economic Journal. – 2021. - No. 7. – P. 487-494.

6. Luca, L. A new model of Ishikawa diagram for quality assessment / L. Luca. - Electronic text. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/161/1/012099> (date of application: 10/11/2023).

7. Mukhametrakhimov, R.Kh. Technology and quality control of construction 3D printing / R.Kh. Mukhametrakhimov, L.V. Ziganshina - Text: direct // News of KGASU. – 2022. - No. 1(59). – P. 64-79.

8. Peshkov, A.V. Ensuring quality control processes at all stages of the life cycle of capital construction projects within the framework of the “Construction 4.0” concept / A.V. Peshkov, M.V. Matveeva, O.A. Bezrukikh, D.S. Rogov - Text: direct // News of universities. Investments. Construction. Real estate. – 2022. - No. 1(12). – P. 90-97.

9. Synek, J. Digital quality control of construction work / J. Synek - Electronic text. // MATEC Web of Conferences. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/332373752_Digital_quality_control_of_construction_work (date of application: 10/12/2023).

10. Sirgalin, R.R. INCREASING THE QUALITY OF CONSTRUCTION CONTROL BASED ON BIM TECHNOLOGIES / R.R. Sirgalin, A.M. Elsheikh - Text: direct // System technologies. – 2022. - No. 4(45). – pp. 49-53.

11. Robotization beyond the crisis: [website]. – URL: <https://cipr.ru/articles-2023/robotizaciya-vne-krizisa/> (access date: 10.15.2023). – Text: electronic.

12. Robotization of the oil and gas industry in Russia: what are the prospects? : [website]. – URL: <https://dprom.online/oilngas/robotizatsiya-neftegazovoj-otrasli-v-rossii-kakovy-perspektivy/> (access date: 10/15/2023). – Text: electronic.

13. Robotics in construction: [website]. – URL:

<https://top3dshop.ru/blog/robototehnika-v-stroitelstve.html> (access date: 10/15/2023). – Text: electronic.

14. Skvortsov, E.A. TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL ROBOTICS ABROAD / E.A. Skvortsov, E.G. Skvortsova - Text: direct // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2016. - No. 1(143). – pp. 37-43.

15. Tsomartova, F.V. Robotization in healthcare: legal perspective / F.V. Tsomartova - Text: direct // Healthcare of the Russian Federation. – 2020. - No. 64(2). – pp. 88-96.

16. Tatarinovich, B. A. Experience in designing mobile robots for surveying construction sites / B. A. Tatarinovich, V. O. Kotlyarov, E. M. Kurilo - Text: immediate // Bulletin of BSTU im. V.G. Shukhova. – 2016. - No. 8. – P. 165-169.

17. Noskov, I. V. Drone technologies in construction - modern solutions and opportunities / I. V. Noskov, K. I. Noskov, S. V. Tinenskaya, S. A. Ananyev - Text: direct // Bulletin of the Eurasian Sciences. – 2020. - No. 5 (12). – P. 1-12.

Для цитирования: Ядренкин Н. А., Петров И. С., Кощеев В. А. Обеспечение качества строительной продукции на основе применения управляемой техники // Московский экономический журнал. 2023. № 11. URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-11-2023-24/>

© Ядренкин Н. А., Петров И. С., Кощеев В. А., 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 11.