

Научная статья

Original article

УДК 338.27

doi: https://doi.org/10.55186/2413046X_2026_11_4_56

edn: WTLWLV

**БЕСПИЛОТНЫЕ АППАРАТЫ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОНТРОЛЕ:
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОБРАБОТКА ДАННЫХ,
БАРЬЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ**
**UNMANNED AERIAL VEHICLES IN CONSTRUCTION MONITORING:
ECONOMIC EFFICIENCY, DATA PROCESSING, IMPLEMENTATION
BARRIERS**



Тютюкова Арина Николаевна, аспирант кафедры экономики строительства и ЖКХ, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, E-mail: a.tyutyukovaa@mail.ru

Алешко Роман Витальевич, кафедра экономики строительства и ЖКХ, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, E-mail: aleshkoroman@mail.ru

Tyutyukova Arina Nikolaevna, postgraduate student of the Department o of Economics of Construction and Housing, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, E-mail: a.tyutyukovaa@mail.ru

Aleshko Roman Vitalievich, Department o of Economics of Construction and Housing, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, E-mail: aleshkoroman@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются методики оценки экономической эффективности БПЛА и анализируются их барьеры

внедрения. Оценивается реализация одного из национальных проектов РФ «Инфраструктура для жизни», одновременно с этим дается оценка реализации технологии БПЛА в строительной сфере.

Одним из главных направлений рассматривается совершенствование регулирования использования БПЛА, в том числе с нормативно-правовое, а также решение вопроса интероперабельности данных, то есть универсальной обработке больших массивов данных. Кроме этого, актуальность темы обуславливается развитием и количественным ростом инфраструктурных проектов, параллельно с чем видна нехватка квалифицированных специалистов в сфере строительного контроля. В таких условиях технологии, которые могут позволить проводить мониторинг в режиме реального времени, выявлять дефекты на начальных стадиях возведения объектов становятся не просто актуальными, а приобретает стратегическое значение для обеспечения оперативного контроля. В завершении исследования сделан вывод о необходимости автоматизации обработки данных и долгосрочным показателем окупаемости проекта, в случае реализации крупных инфраструктурных объектов.

Abstract. This article examines methods for assessing the economic effectiveness of UAVs and analyzes barriers to their implementation. The implementation of one of the Russian Federation's national projects, "Infrastructure for Life," is assessed, along with the implementation of UAV technology in the construction sector.

One of the key areas of focus is improving the regulation of UAV use, including regulatory and legal frameworks, as well as addressing the issue of data interoperability, i.e., the universal processing of large data sets. Furthermore, the relevance of this topic is driven by the development and quantitative growth of infrastructure projects, which is accompanied by a shortage of qualified specialists in construction supervision. In this context, technologies that enable real-time monitoring and the identification of defects in the early stages of construction are not only relevant but also of strategic importance for ensuring operational control.

The study concludes by highlighting the need for automated data processing and long-term project payback indicators for the implementation of large infrastructure projects.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты (БПЛА), строительный контроль, экономическая эффективность, барьеры внедрения, мониторинг в реальном времени, выявление дефектов, инфраструктурные проекты, методика оценки, нехватка квалифицированных специалистов, строительный мониторинг

Keywords: Unmanned aerial vehicles (UAVs), construction control, cost-effectiveness, implementation barriers, real-time monitoring, defect detection, infrastructure projects, assessment methodology, shortage of qualified specialists, construction monitoring

В настоящее время в России реализуется национальный проект «Инфраструктура для жизни», целью которого является обеспечение граждан инфраструктурой нового качества [2]. В него включено более 10 федеральных проектов, которые включают в себя развитие жилья, модернизацию различных инфраструктур (коммунальную, железнодорожную и т.д.), формирование городской (социальной) среды и многое другое. Основные показатели, которые должны быть достигнуты к 2030 году отображают и ключевые мероприятия, направленные на достижение целей: обновление жилищного фонда, обеспечение граждан жильем с площадью не менее 33 кв.м. на человека, сокращение не пригодного для жилья фонда, благоустройство территорий, модернизация инфраструктур сокращение продолжительности инвестиционно-строительного цикла. Так же отдельно из мероприятий можно выделить внедрение технологий искусственного интеллекта в строительной отрасли в целом.

Рассматривая цели, которые должны быть достигнуты по реализации данного национального проекта, можно сделать вывод о том, на сколько

актуальна тема строительного контроля, поскольку строительный контроль обеспечивает безопасность возводимых зданий и сооружений на всех стадиях строительства. Интеграция БПЛА в процесс контроля может оптимизировать временные затраты, повысить безопасность работ.

Методы сбора данных с БПЛА, которые используются в настоящее время, основываются на использовании и интеграции многоспектральных камер, лидар-датчиков, и различных тепловизионных сенсорах. Так же используется специализированное ПО, которое позволяет программировать автоматизированные полетные миссии и осуществлять планирование маршрутов. Все это позволяет обеспечить постоянный сбор данных, повысить точность данных и их детализацию, сокращая как временные затраты, так и позволяет минимально участвовать в сборе данных оператору. При использовании фотограмметрической обработки данных, результатом которой являются цифровые карты местности, которые, в свою очередь, имеют высокую детализацию, подтверждается обеспечение выявления отклонений на ранних стадиях строительства, что позволяет минимизировать затраты на исправление дефектов.

Так же при применении различных методов сбора, анализа и обработки данных использование алгоритмов искусственного интеллекта позволяют повысить эффективность анализа, благодаря автоматизации процесса, минимизировать «человеческий фактор» в контроле и проводить, буквально, непрерывный мониторинг объектов строительства.

Анализ проектов, реализующихся на территории РФ, показывает экономическую эффективность внедрения БПЛА в части строительного контроля. Основной фактор снижения затрат – сокращения сроков мероприятий, относящихся к строительному контролю на 25-30%, что позволяет достичь экономии до 40% операционных расходов, в частности, на объектах транспортной инфраструктуры и объектах промышленного

строительства. Так же видна минимизация ошибок, которые связаны с «человеческим фактором».

Ключевыми показателями экономической эффективности можно определить сроки окупаемости, внутреннюю норму доходности и чистую приведенную стоимость. При их расчете необходимо учитывать отраслевую специфику, куда можно отнести сложность и сезонность работ, требование точности измерений. Методологии оценки инвестиционной привлекательности включают комплексный анализ затрат, в числе которых капитальные и операционные. К капитальным относится приобретение самого оборудования, лицензионного ПО, обучение персонала для работы с оборудованием. Операционные: тех. обслуживание, электроэнергия и т.д. При совокупной оценке появляется возможность определения полной стоимости внедрения дронов на протяжении всего цикла строительства объекта.

Анализ издержек показывает существенное преимущество БПЛА перед традиционными методами контроля. «Опыт применения БПЛА в дорожных изысканиях и строительстве показывает сокращение сроков работ в разы и снижение прямых затрат на 30–50 %» [10]. За счет автоматизации процессов сокращаются издержки на простои оборудования, риски для персонала. БПЛА сокращают расходы на топливо и исключают расходы на экипаж и обслуживание судов. Например, «при обследовании взлетно-посадочной полосы аэродрома беспилотник справился за 2 часа против целой смены работы наземной бригады, при этом стоимость оказалась почти втрое ниже» [12].

Не смотря на все плюсы использования рассматриваемых технологий при их внедрении в строительный контроль имеются и ограничивающие барьеры. Строительная отрасль очень консервативна, что сказывается на успешной интеграции инновационных технологий в процесс. Чаще всего предпочтение остается за более проверенными методами контроля, несмотря на более

высокую их стоимость. Обуславливается это рисками, которые могут сопровождать переход на новые технологические процессы – многие компании не готовы менять свои процессы под требования эксплуатации БПЛА.

Кадровые проблемы – большой дефицит квалифицированных специалистов, которые могут управлять и обрабатывать полученные с БПЛА данные. «Для эффективного использования дронов необходимы высококвалифицированные операторы, прошедшие специальную подготовку, т.к. более 80% всех крушений происходят из-за их неопытности» [8]. Данные ограничения требуют разработки новых образовательных программ, которые будут сочетать в себе технические навыки пилотирования с компетенциями в области геодезии и строительного надзора.

Основными сложностями использования БПЛА со стороны законодательства являются длительные сроки согласования маршрутов с территориальными управлениями Росавиации и получения разрешений на полеты. Чаще всего эти сроки сильно превышают плановые, что понижает оперативность проведения съемки. Все это является крупным барьером для масштабного внедрения данных технологий. На данный момент, в Российском законодательстве все еще отсутствуют четкие нормативные документы, которые могли бы регулировать и регламентировать использование БПЛА на строительных площадках, то же самое относится и к обработке, и хранению информации, которая собирается с помощью дронов.

При рассмотрении используемых в строительстве систем информационного моделирования зданий можно отметить, что существует проблема несовместимости форматов, существующих BIM-систем и данных, получаемых с БПЛА. Нынешнее специализированное ПО не рассчитано на обработку массивов геопространственных данных в режиме реального времени. Отсутствие единых стандартов для передачи данных сильно усложняет автоматизацию процесса.

Для эффективного преодоления барьеров внедрения БПЛА в процесс строительства и, в частности, в строительный контроль, требуется разработка стратегий развития, которые будут включать себя организационные, технические и нормативно-правовые аспекты. Необходима разработка стандартизированных протоколов использования БПЛА на строительных площадках, то же самое касается и разработки адаптивных протоколов обмена информацией, что требует значительных инвестиций. «Развитию рынка беспилотников и росту инвестиций в отечественные проекты будут способствовать совершенствование регулирования, создание прозрачных правил применения БПЛА и поддерживающей инфраструктуры» [1]. Такие стратегии должны быть адаптивны к специфике строительства – масштабы, сложности различных объектов, требуемая точность контроля для отдельных объектов. Если рассматривать крупные инфраструктурные проекты, то здесь, скорее, должен быть сделан акцент на автоматизацию сбора данных и долгосрочной окупаемости внедрения. Что касательно высокоточных измерений, например, мониторинг деформаций конструкций, то здесь приоритет будет падать на специализированные сенсоры и алгоритмы обработки получаемых данных. Параллельные разработки решений проблем нынешних барьеров внедрения позволит создать основу для устойчивой интеграции БПЛА в строительную отрасль.

Список источников

1. Какие отрасли в России переходят на беспилотники // РБК Отрасли URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/651fc16d9a79476386445662>
2. Национальный проект «Инфраструктура для жизни» // Правительство России URL: <http://government.ru/rugovclassifier/918/about/>
3. А.С. Кудасова, А.Д. Тютина, Э.В. Сокольникова Применение беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона. — 2021. — №8 (80).

4. Абрамян С.Г., Меняйлова Р.А., Панин В.А. и др. Обеспечение организационно-технологической надежности в строительстве на основе применения технологий информационного моделирования // Вестник евразийской науки. — 2024. — №4. — С. 1–11.
5. Альбиков И.Р. Административно-правовое регулирование транспортных отношений // Транспортное право и безопасность. — 2024. — №2. — С. 52–56.
6. Андриевский Б.Р., Попов А.М., Михайлов В.А. и др. Применение методов искусственного интеллекта для управления полетом беспилотных летательных аппаратов // Аэрокосмическая техника и технологии. — 2023. — №2. — С. 72–107.
7. Бреус Н.Л., Токарев А.Е., Токарев А.А. Технологии беспилотного пилотирования при контроле строительства и эксплуатации линейных объектов капитального строительства // Вестник евразийской науки. — 2022. — №3. — С. 1–5.
8. Бреус Н.Л., Токарев А.Е., Токарев А.А. Технологии беспилотного пилотирования при контроле строительства и эксплуатации линейных объектов капитального строительства // Вестник евразийской науки. — 2022. — №3. — С. 1–5.
9. Бурлаченко О.В., Абрамян С.Г., Фоменко Н.А. и др. Технологические решения по применению беспилотных летательных аппаратов в управлении жизненным циклом объектов строительства // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. — 2025. — №1. — С. 197–201.
10. Ворсин Н.Е., Яковлев А.Е. Применение БПЛА в проектировании и строительстве автомобильных дорог // Вестник науки. — 2024. — №5. — С. 1059–1063.

11. Закиров М.Ф., Салюк А.В., Султанова Э.Э. и др. Применение беспилотных летательных аппаратов в строительной отрасли // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2025. — №7. — С. 223–224.

12. Коренев В.В., Орлова Н.С., Улыбин А.В. и др. Строительный контроль зданий и сооружений с применением мультикоптеров и фотограмметрии // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2018. — №2. — С. 40–58.

13. Шайтура С.В., Шайтура Н.С., Самороков В.С. и др. Использование беспилотных летательных аппаратов для картографирования народнохозяйственных объектов // Отходы и ресурсы. — 2025. — №4. — С. 1–5.

References

1. 1. Which Industries in Russia Are Switching to Drones // RBC Industries URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/651fc16d9a79476386445662>

2. National Project "Infrastructure for Life" // Government of Russia URL: <http://government.ru/rugovclassifier/918/about/>

3. A.S. Kudasova, A.D. Tyutina, E.V. Sokolnikova. Use of Unmanned Aerial Vehicles in Construction // Engineering Bulletin of the Don. - 2021. - No. 8 (80)

4. Abramyan S.G., Menyailova R.A., Panin V.A., et al. Ensuring Organizational and Technological Reliability in Construction Based on the Application of Information Modeling Technologies // Bulletin of Eurasian Science. - 2024. - No. 4. — P. 1–11.

5. Albikov I.R. Administrative and legal regulation of transport relations // Transport law and security. — 2024. — No. 2. — P. 52–56.

6. Andrievsky B.R., Popov A.M., Mikhailov V.A. et al. Application of artificial intelligence methods for flight control of unmanned aerial vehicles // Aerospace engineering and technology. — 2023. — No. 2. — P. 72–107.

7. Breus N.L., Tokarev A.E., Tokarev A.A. Unmanned piloting technologies in monitoring the construction and operation of linear capital construction projects // Bulletin of Eurasian Science. — 2022. — No. 3. — P. 1–5.
8. Breus N.L., Tokarev A.E., Tokarev A.A. Unmanned piloting technologies for monitoring the construction and operation of linear capital construction projects // Bulletin of Eurasian Science. - 2022. - No. 3. - P. 1-5.
9. Burlachenko O.V., Abramyan S.G., Fomenko N.A., et al. Technological solutions for the use of unmanned aerial vehicles in managing the life cycle of construction projects // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. - 2025. - No. 1. - P. 197-201.
10. Vorsin N.E., Yakovlev A.E. Use of UAVs in the design and construction of highways // Bulletin of Science. - 2024. - No. 5. — P. 1059–1063.
11. Zakirov MF, Salyuk AV, Sultanova EE, et al. Use of Unmanned Aerial Vehicles in the Construction Industry // Bulletin of Tula State University. Technical Sciences. — 2025. — No. 7. — P. 223–224.
12. Korenev VV, Orlova NS, Ulybin AV, et al. Construction Inspection of Buildings and Structures Using Multicopters and Photogrammetry // Construction of Unique Buildings and Structures. — 2018. — No. 2. — P. 40–58.
13. Shaitura SV, Shaitura NS, Samorokov VS, et al. Use of Unmanned Aerial Vehicles for Mapping National Economic Facilities // Waste and Resources. - 2025. - No. 4. — P. 1–5.

© Тютюкова А.Н., Алешко Р.В. 2026. *Московский экономический журнал*,
2024, № 4.