

Г.Ю. Потанов<sup>1</sup>, А.В. Софин<sup>1</sup>, Р.С. Большаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

### Аннотация.

Рассматриваются возможности внедрения беспилотных технологий на Восточно-Сибирской железной дороге, что является достаточно актуальным в условиях поиска и разработки путей опережающего развития на железнодорожном транспорте. Цель исследования заключается в нахождении оптимальных вариантов применения беспилотных технологий для нужд железнодорожного транспорта. Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что вопрос применения технологий беспилотных летательных аппаратов для производственных потребностей практически не прорабатывался. По результатам исследований видно, что беспилотные летательные аппараты («дроны») являются перспективными устройствами для внедрения в рабочий процесс на железной дороге, а также могут быть задействованы в качестве основных объектов при создании объектов интеллектуальной собственности. Применение «дронов» позволит решить достаточно широкий класс производственных задач, что может высвободить временной ресурс сотрудников компании. Анализ экономической эффективности прилагается.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, внедрение, железнодорожный транспорт.

G.Yu. Potapov<sup>1</sup>, A.V. Sofin<sup>1</sup>, R. S. Bolshakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

## OPPORTUNITIES FOR USING UNMANNED AERIAL VEHICLE TECHNOLOGIES ON THE EAST SIBERIAN RAILWAY

**Abstract.** The article discusses the possibility of introducing unmanned technologies on the East Siberian railway, which is quite relevant in the search and development of advanced technologies in railway transport. The purpose of the study is to find the best options for using unmanned technologies for the needs of railway transport. Analysis of domestic and foreign literature has shown that the issue of using unmanned aerial vehicle technologies for production needs has not been practically studied. According to the results of research, it is clear that unmanned aerial vehicles ("drones") are promising devices for implementation in the working process on the railway, and can also be used as the main objects when creating intellectual property objects. The use of "drones" will allow you to solve a fairly wide class of production tasks, which can free up the time resource of the company's employees. Analysis of Economic efficiency is given.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, introduction, railway transport.

### Введение

Инновационные технологии с течением времени всё больше проникают во многие сферы хозяйственной деятельности. В частности, в последние годы широкое распространение получил тренд, связанный с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) или «дронов» различного назначения [1, 2]. Данный вид технологий достаточно удобен для формирования методов оценки и контроля операций, непосредственно не влияющих на основной производственный процесс [3, 4].

Беспилотные технологии изначально далеки от гражданского назначения, имея в первую очередь военный характер применения: разведывательная деятельность, патрулирование местности и т.д. Основной задачей БПЛА военного назначения является выполнение действий, потенциально опасных для человека [5, 6].

БПЛА гражданского назначения чаще всего используются для переноса грузов, сканирования местности, оснащены камерами, различными датчиками, и имеют меньшие размеры по сравнению с военными аналогами. В основном «дрон» управляется оператором вручную либо с помощью настройки имеющегося программного обеспечения под текущую задачу, а также проводить анализ поступающей информации [7 – 9].

В предлагаемой статье подробно рассмотрены и изучены возможные функции, которые БПЛА могли бы выполнять на железной дороге и на объектах её инфраструктуры, практическая необходимость использования «дронов».

### **Общие положения**

При помощи беспилотных летательных аппаратов можно проводить оценку местности при помощи аэрофотосъемки, что после последующей камеральной обработки позволяет решить целый класс задач.

Вот только некоторые из них:

- определение провиса контактных путей и выявление дефектов;
- инвентаризация электросетевого хозяйства;
- подготовка топопланов и рельефа местности;
- построение продольных и поперечных профилей пути;
- определение размеров и габаритов элементов железнодорожных путей;
- возможность удаленного приема груженных вагонов в коммерческом отношении на малодеятельных станциях, где отсутствует приемосдатчик груза и багажа;
- контроль за строительством и ремонтными работами;
- обследование кранов;
- обследование места схода грузовых вагонов, схода лавин и тд. для оперативной оценки ситуации направление на место ЧС техники и специалистов для устранения;

Это только часть возможностей, которые, при наличии заинтересованности сторон, можно существенно доработать. Безусловно, полностью исключить полевые работы, невозможно, но их можно и нужно существенно сократить. Чтобы получить допуск сотрудников к железнодорожному полотну, требуется большое количество согласований, обучений, разрешений. Работа связана с риском для жизни, большими временными и материальными затратами. Использование же БПЛА в отдельных видах работ может сократить необходимость присутствия человека почти на 100%.

Техническая оснащённость «дрона» позволяет производить полёты над путями на высоте 150 метров со скоростью 15 м/с и снижаться при необходимости. «Дрон» может работать автономно или управляться дистанционно оператором-человеком. Цена такого агрегата достигает около 200 000 тыс. рублей. Двигатели «Дронов» издают достаточно мало шума, что делает их идеальными для наблюдения.

Для возможного применения на Восточно-Сибирской железной дороге выбраны наиболее подходящие для внедрения БПЛА направления.

Задачей научного исследования является анализ наиболее подходящих для реализации функций БПЛА.

### **Возможность удаленного приема груженных вагонов в коммерческом отношении на малодеятельных станциях, где отсутствует приемосдатчик груза и багажа.**

Прием груженных вагонов в коммерческом отношении при помощи беспилотных летательных аппаратов позволит осуществлять осмотр с рабочего места приемосдатчика. При выявлении нарушений погрузки и необходимости исправления погрузки грузоотправителем, приемосдатчик сможет в оперативном порядке осмотреть вагон повторно.

Такая технология позволит сократить время приема груза к перевозке, сократит простой местного вагона на станции, а также исключит маневровую работу, в случае если приемосдатчика до места погрузки доставляет маневровый локомотив станции. При этом приемосдатчик станции и маневровый локомотив будут задействованы на других работах.

Данная технология приема груженных вагонов при помощи «дрона» применима для грузов на открытом подвижном составе насыпью и навалом, таких как уголь, щебень или металлолом.

### **Обследование места схода грузовых вагонов, схода лавин для оперативной оценки ситуации.**

Железная дорога является местом повышенной опасности, и, к сожалению, на ней случаются чрезвычайные ситуации. Это могут быть сход поезда с рельс, сход лавин и др. Железная дорога и её инфраструктура должна быть оборудована максимально эффективными техническими средствами для предотвращения подобных ситуаций или для оперативного

разрешения происшествий.

Внедрение технологии обследования мест чрезвычайных ситуаций «дронами» сократит время на оценку сложившейся ситуации, позволит оперативно рассчитать количество техники и работников, необходимых для устранения данного инцидента, тем самым сократит время на восстановление движения поездов. В случае, если жизни людей подвергаются опасности, оперативное реагирование позволит своевременно передать нужную информацию спасательным службам.

Главное преимущество «дронов» по сравнению с традиционными способами проведения подобных мероприятий – это повышенная мобильность и автономность.

### **Обследование путей Кругобайкальской железной дороги для оценки состояния пути**

На Кругобайкальской железной дороге преимущественно туристического назначения существует проблема с задержкой отправки экскурсионных поездов из-за последствий лавин и камнепадов, перекрывающих пути.

С помощью «дронов», оборудованных, специализированным навесными техническими средствами, возможно периодическое патрулирование путей Кругобайкальской железной дороги с целью анализа его технического состояния, тем самым предостерегая случаи природного характера.

Данная технология обеспечит безопасное и своевременное проследование пассажирских составов согласно графика движения.

### **Мониторинг правопорядка и сохранности зданий и сооружений**

Проведение периодического мониторинга инфраструктурных объектов на предмет их сохранности от внешних вмешательств, а также фиксация нарушений правопорядка могут производиться при помощи беспилотных летательных аппаратов имеет ряд преимуществ, связанных с мобильностью и высокой автономностью «дронов». В этом плане возможно проведение таких мероприятий не только на крупных станциях, но и на небольших остановочных пунктах, перегонах и удалённых транспортно-логистических центрах. Кроме мониторинга самих объектов и достаточно большой прилегающей территории может производиться сбор данных для анализа их технического состояния. Комплекс таких мероприятий способен предупредить различные случаи незаконного проникновения, воровства или диверсионных актов на объектах сети железной дороги. Таким образом, «дроны» производить фиксацию различных правонарушений личного и имущественного характера, профилактические мероприятия по их предупреждению и обеспечить «управляемый» мониторинг в зонах с высоким криминогенным риском, в том числе на пассажирских станциях и вокзалах [10].

### **Проведение исследований территорий различной удалённости**

Использование «дронов», оснащённых дополнительными техническими средствами, производится при проведении мероприятий, связанных с оценкой той или иной местности. К ним можно отнести измерение температуры при помощи тепловизоров, уровня загрязнённости с использованием соответствующих приборов, составление карт для разных нужд, геодезических планов местности. Применение таких технологий позволяет упростить оценку рельефа для прокладки оптимального маршрута при проектировании новых железнодорожных линий, различных типов станций, в особенности, в труднодоступных природных условиях, что позволяет не использовать тяжёлую технику, дорогое оборудование и не тратить ресурсы на организацию экспедиций в ряде случаев. Также беспилотные летательные аппараты из-за дешевизны часто используются для аэрофотосъёмки вместо самолётов и вертолётов.

С помощью «дронов» можно собирать важные аналитические и статические данные, когда другие способы сбора являются затруднительными. Например, моделирование пассажиропотоков (в зданиях вокзалов, на перронах). Полученные данные могут помочь в усовершенствовании существующей инфраструктуры, тем самым повысится удобство использования рассматриваемого объекта. Применение «дронов» могло бы быть востребовано при инспекции технического состояния инженерных сооружений, в частности мостов, линий электропередач. Проведение термосъёмки пассажирских зданий и вагонов, изучение

технического состояния складских цехов и ремонтных ангаров, имеющих труднодоступные или опасные для человека зоны.

### **Спасение людей при чрезвычайных ситуациях.**

Железная дорога является местом повышенной опасности, и, к сожалению, на ней случаются чрезвычайные ситуации. Это могут быть пожары, сход поезда с рельс, террористический акт и др. Железная дорога и её инфраструктура должна быть оборудована максимально эффективными техническими средствами для предотвращения подобных ситуаций или для оперативного разрешения происшествий. Когда жизни людей подвергаются опасности, оперативное реагирование - ключ к минимизации потерь и к скорейшему решению возникшей проблемы [10].

«Дроны» полезны там, куда людям попасть очень сложно или опасно. Например, в заражённые радиацией, химическими веществами области или территории, пострадавшие от природных катастроф. Там они могут заниматься поиском пострадавших и собирать необходимые аналитические данные, которые могли бы оказать значительную помощь спасательным службам в локализации возникшего ЧП. Маленькие «дроны» могут быть необычайно полезны при складских пожарах. Они способны составлять точные карты даже задымленных, узких и слабоосвещенных помещений, пометая на них пожары и местоположение жертв. Собрав нужную информацию и после вернувшись к оператору, «дрон» доставит данные, жизненно необходимые спасателям и пожарным.

### **Расчёт условной экономической эффективности от внедрения технологий БПЛА**

Применения беспилотных технологий на железнодорожном транспорте позволит достичь экономический и технологический эффект.

Проведем условный расчет экономической эффективности от внедрения БПЛА.

Например, экономический эффект по проекту будет достигнут путем осуществления применения БПЛА для обследования железнодорожного полотна.

Так, средняя стоимость «Дрона» 350 тысяч рублей (цена 2019г), с учетом характеристик, позволяющими использования его для данных целей.

1. Расчет затрат на заработную плату для бригады из 5 человек, имеющих допуск для обследования железнодорожного полотна на 5 часов.

$$Z_{\text{п}} = C_{\text{зп}} \times 5 \times 5,$$

где  $C_{\text{зп}}$  – средняя заработная плата сотрудника за 1 час работы (среднестатистическая з/п 46700: количество часов в месяц 200),  $C_{\text{зп}} = 240$  руб.

$$Z_{\text{п}} = 240 \times 5 \times 5 = 6 \text{ тыс. рублей.}$$

2. Расчет затрат на технику для обследования железнодорожного полотна

$$Z_{\text{т}} = C_{\text{зт}} \times n \times 5,$$

где  $C_{\text{зт}}$  – средняя стоимость в час одной единицы техники, 5000 тыс. руб;  
 $n$  – количество единиц техники.

$$Z_{\text{т}} = 5000 \times 2 \times 5 = 50000 \text{ тыс. руб.}$$

3. Расчет затрат на проведение аналогичных обследований ж.д. полотна в год

$$Z_{\text{год}} = K_0 \times (Z_{\text{п}} + Z_{\text{т}}),$$

где  $K_0$  – предполагаемое количество аналогичных проверок в год (условно 100).

$$Z_{\text{год}} = 100 \times (50000 + 6000) = 5\,600\,000 \text{ тыс. руб.}$$

Так же в расчет могут быть включены дополнительные затраты на обучение сотрудников к данному виду работ в учебном центре (70 тыс. руб  $\times$  5 работников = 350 тыс. руб.)

Примерный экономический эффект в год для компании составит 5600000 – 350000 = 5 250 000 тыс. руб.

Таким образом внедрение беспилотных технологий позволит получить единовременный экономический эффект при вливании достаточно ограниченных финансовых ресурсов.

### **Заключение**

Внедрение беспилотных технологий на Восточно-Сибирской железной дороге позволит решить ряд задач производственного назначения в достаточно короткие сроки. Некоторые

предложенные подходы обладают достаточной патентоспособностью, и работа в данном направлении уже ведётся.

Вместе с тем, это только часть возможностей, которые можно реализовать при использовании «дронов». Безусловно, полностью исключить работы с присутствием человека, невозможно, но их существенно сократить, а в отдельных видах работ можно исключить присутствие человека почти на 100%.

Внедрение беспилотников на железнодорожном транспорте позволит сократить непроизводительные потери времени на транспортировку, перемещение работников компании и техники к месту чрезвычайных ситуаций или к месту работ.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.

2. Руйбис А. Беспилотные летательные аппараты: новейшие разработки // Воздушно-космическая сфера №3/4(88/89), 2016, с. 90 - 97

3. Плисеина Е.А., Овчинникова Т.В. Решение глобальных проблем современного общества посредством использования беспилотных летательных аппаратов // Лучшая студенческая статья 2019 сборник статей XXV Международного научно-исследовательского конкурса : в 2 ч.. 2019. С. 29-34.

4. Олейников С.С. Система управления многофункционального беспилотного летательного аппарата комбинированной схемы с полезной нагрузкой 250 кг // Авиакосмические технологии (АКТ-2018) Тезисы XX Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2019. С. 29-31.

5. Файзуллин Н.Н. Использование беспилотных летательных аппаратов и беспилотных аппаратов в работе силовых структур в России и зарубежных странах // Евразийский юридический журнал. 2019. № 9 (136). С. 289-291.

6. Павлюченко А.А. Имитационно-статистическая модель оценки эффективности комплекса ударного беспилотного летательного аппарата многоразового применения // Авиакосмические технологии (АКТ-2018) Тезисы XX Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2019. С. 95-96.

7. Гаврилова Л.А., Костеша В.А., Юнусов А.Г. Опыт использования материалов с беспилотных летательных аппаратов для создания картографической основы ГИС автомобильных дорог // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2019. Т. 63. № 4. С. 446-454.

8. Алексеев М.А., Маризина В.Н. Проектирование программного комплекса для удаленного управления беспилотными летательными аппаратами (для сферы тушения лесных пожаров) // Актуальные вопросы естественных наук и пути решения сборник материалов V научно-практической конференции студентов и школьников с международным участием. 2019. С. 270-276.

9. Васечкин Ю.С., Датчики информации летательных аппаратов : / Васечкин Ю.С., Оболенский Ю.Г. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 56 с.

10. Федотова В.Д., Баженова А.В. Применение дронов на железнодорожном транспорте // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. X междунар. студ. науч.-практ. конф. № 7(10). С. 413 - 419

### **REFERENCES**

1. Randal W. Beard, Timothy W. McLane. Small unmanned aerial vehicles: theory and practice. Moscow: TECHNOSPHERE, 2015. - 312 p

2. Ruibis A. Unmanned aerial vehicles: latest developments // Aerospace sphere No. 3/4(88/89), 2016, pp. 90-97

3. Pliseina E. A., Ovchinnikova T. V. Solving global problems of modern society through the use of unmanned aerial vehicles // Best student article 2019 collection of articles of the XXV

International research competition: in 2 hours 2019. Pp. 29-34.

4. Oleynikov S. S. control System of a multifunctional unmanned aerial vehicle of a combined scheme with a payload of 250 kg // aerospace technologies (ACT-2018) Theses of the XX International scientific and technical conference and school of young scientists, postgraduates and students. 2019. P. 29-31.

5. Fayzullin N. N. Use of unmanned aerial vehicles and unmanned vehicles in the work of law enforcement agencies in Russia and foreign countries // Eurasian legal journal. 2019. No. 9 (136). Pp. 289-291.

6. Pavlyuchenko A. A. Imitational and statistical model for evaluating the effectiveness of the complex of a multi-use unmanned aerial vehicle // aerospace technologies (ACT-2018) Theses of the XX International scientific and technical conference and school of young scientists, postgraduates and students. 2019. Pp. 95-96.

7. Gavrilova L. A., Kostesha V. A., Yunusov A. G. Experience of using materials from unmanned aerial vehicles to create a cartographic basis for GIS of highways // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. 2019. Vol. 63. No. 4. Pp. 446-454.

8. Alekseev M. A., Marizina V. N. Designing a software package for remote control of unmanned aerial vehicles (for the field of extinguishing forest fires) // Actual issues of natural Sciences and solutions collection of materials of the V scientific and practical conference of students and schoolchildren with international participation. 2019. P. 270-276.

9. Vasechkin Yu. S., Sensors of aircraft information: / Vasechkin Yu. S., Obolensky Yu. G. - M.: publishing house of Bauman Moscow state technical University, 2008. - 56 p.

10. Fedotova V. D., Bazhenova A.V. application of drones in railway transport // The scientific community students: Interdisciplinary research: collection of articles on the Mat. X international. student scientific-practical Conf. no. 7 (10). P. 413-419

### **Информация об авторах**

*Потапов Геннадий Юрьевич* – студент 5 курса, специальность –Грузовая и коммерческая работа, Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: [Genniy.potapov@gmail.com](mailto:Genniy.potapov@gmail.com)

*Софин Александр Валерьевич* – студент 5 курса, специальность –Грузовая и коммерческая работа, Иркутский государственный университет путей сообщения, г.Иркутск, e-mail: [San9sofin@gmail.com](mailto:San9sofin@gmail.com)

*Большаков Роман Сергеевич* - к.т.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [Bolshakov\\_rs@mail.ru](mailto:Bolshakov_rs@mail.ru)

### **Authors**

*Gennady Potapov Yuriievich* -5th year student, specialty-Cargo and commercial work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [Genniy.potapov@gmail.com](mailto:Genniy.potapov@gmail.com)

*Sofin Aleksangr Valerievich* -5th year student, specialty-Cargo and commercial work, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [San9sofin@gmail.com](mailto:San9sofin@gmail.com)

*Bolshakov Roman Sergeevich*- Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, the Subdepartment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [Bolshakov\\_rs@mail.ru](mailto:Bolshakov_rs@mail.ru)

### **Для цитирования**

Потапов Г. Ю., Софин А. В., Большаков Р. С. Возможности использования технологий беспилотных летательных аппаратов на Восточно-Сибирской железной дороге [Электронный ресурс] / Г.Ю. Потапов, А.В. Софин, Р.С. Большаков // Молодая наука Сибири: электрон. научн. журн. – 2021 – №1 – Режим доступа: <https://mnv.irgups.ru/toma/111-2021>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

**For citation**

Potapov G. Yu., Sofin A. V., Bolshakov R.S. *Vozможности ispol'zovaniya tekhnologij bespilotnyh letatel'nyh apparatov na Vostochno-Sibirskoj zheleznoj doroge* [Opportunities for using unmanned aerial vehicle technologies on the East Siberian railway]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2021, no. 1.