

Безопасность в чрезвычайных ситуациях (05.26.02, технические науки)

Научная статья
УДК 623.746.-519:614.841
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.47.15.013

Особенности применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга объектов нефтегазового комплекса

*Андрей Владимирович Калач*¹
*Татьяна Павловна Сысоева*²
*Елена Владимировна Калач*³
*Александр Сергеевич Крутолапов*²
*Николай Викторович Мартинович*¹

¹ Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия;

² Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия;

³ Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

Автор ответственный за переписку: Калач Андрей Владимирович, a_kalach@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ и обобщение особенностей обеспечения заданных режимов функционирования беспилотных летательных аппаратов самолетного и вертолетного типа в том числе в условиях низких температур. Особое внимание уделено вопросу обеспечения требуемого режима функционирования аккумуляторных батарей беспилотного летательного аппарата. Предлагаемые методики учитывают действующие правила полета и позволяют обеспечить функционирование воздушных судов в безопасном режиме, получать информативные снимки с места пожара при расследовании причин возникновения горения.

Ключевые слова: пожар, низкая температура, БЛА, место осмотра, требование пожарной безопасности, анализ

Для цитирования: Калач А.В., Сысоева Т.П., Калач Е.В. Крутолапов А.С., Мартинович Н.В. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга объектов нефтегазового комплекса // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 2 (25). С. 111-115.

METHODS OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES TO CONTROL THE FIRE AND EXPLOSION SAFETY OF OIL AND GAS PIPELINES

*Andrey V. Kalach*¹
*Sysoeva T. Pavlovna*²
*Elena V. Kalach*³
*Alexander S. Krutolapov*²
*Nikolay V. Martinovich*¹

¹Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

²Saint-Petersburg state University of emergency situations of Russia, Saint Petersburg, Russia

³Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Corresponding author: Kalach Andrey Vladimirovich, a_kalach@mail.ru

Abstract. The analysis and generalization of priority tasks to ensure the required modes of operation of unmanned aerial vehicles of aircraft and helicopter type in low temperature conditions is carried out. Special attention is paid to the issue of ensuring the required mode of operation of the batteries of an unmanned aerial vehicle. The developed methods take into account the current flight rules and allow for the operation of aircraft in a safe mode, to receive informative images from the fire scene when investigating the causes of the fire..

Keywords: fire, low temperature, quadcopter, inspection site, fire safety requirement, analysis

For citation: Kalach A.V., Pavlovna S.T., Kalach E.V., Krutolapov A.S., Martinovich N.V. Methods of using unmanned aerial vehicles to control the fire and explosion safety of oil and gas pipelines // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2022. № 2 (25). С. 111-115.

В настоящее время комплексное развитие цифровых технологий в мире осуществляется в рамках так называемой концепции четвертой научно-технической революции. Данный четвертый исторический эволюционный этап развития по мнению многих экспертов будет характеризоваться применением технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system - CPS), предусматривающую интеграцию возможностей обработки информации современными машинами в физические объекты любого вида [1-2].

В современном мире все чаще на практике применяют беспилотные летательные аппараты (БЛА) для оперативного получения информации с мест происшествий, в рамках контроля безопасности различных технологических объектов [2-7]. Как показывают статистические данные последних лет, аварии с участием БЛА относительно нечасты (6-10 случаев в год в рамках работы подразделений МЧС России).

Причинами данных аварий послужил человеческий фактор. Кроме того, следует отметить, что в ходе межведомственных учений МЧС России по защите Арктической зоны от чрезвычайных ситуаций в 2021 году, работа примененных БЛА в условиях небольших низких температур, составила 2-3 мин (что не соответствует заявленным техническим требованиям производителей).

В связи с этим, особую актуальность приобретает вопрос обеспечения работоспособности БЛА в условиях низких температур.

В подразделениях МЧС России в большей степени нашли свое применение БЛА самолетного и вертолетного типа [6, 8]. У каждого типа БЛА есть свои особенности применения, преимущества и недостатки, обусловленные конструктивными особенностями.

БЛА самолетного типа, как правило, отличаются большей длительностью полёта, максимальной высотой полёта и высокой скоростью, предназначены для полетов на длительные расстояния, предусматривающие широкий охват области наблюдения. Данные аппараты применяются для контроля пожаровзрывобезопасности нефтегазовой отрасли, а именно для контроля безопасной работы трубопроводов [5].

Очевидными преимуществами БЛА вертолетного типа являются способность зависания на месте и высокая маневренность, поэтому БЛА данного типа наиболее часто используют органы дознания и судебно-экспертные учреждения в ходе осмотра места пожара, в ходе проведения оперативных мероприятий, в рамках осмотра пострадавших сооружений большой площади и для привязки к местности [3].

Опыт практического применения БЛА показывает, что перемещению аппарата даже незначительные удары (например, при транспортировке) могут сбить заводские настройки. Поэтому перед первым полетом необходимо откалибровать аппарат. Для этого в аппарат устанавливается аккумулятор, переключатель переводят в положение («off»). БЛА

устанавливают на ровную поверхность, без уклонов. Затем БЛА включают и оставляют в состоянии покоя на 10-15 с. Большинство беспилотников начинают автоматическую синхронизацию гороскопов спустя несколько секунд после включения.

Чтобы соединить пульт с БЛА необходимо:

для моделей с 3-х осевым гироскопом – включить пульт и подождать 7-8 с.

для моделей с 6-ти осевым гироскопом необходимо включить пульт ДУ, перевести ручку газа (левый стик на пульте) в верхнее положение, затем в нижнее.

Чтобы откалибровать БЛА перед первым запуском, необходимо перевести оба стика пульта управления в нижнее положение, а затем влево до упора. Когда прозвучит длинный звуковой сигнал, а светодиодная подсветка на дроне перестанет мелко моргать, БЛА считается откалиброванным и готовым к запуску. Как правило, в идеальном случае, при первом запуске БЛА должен подниматься в воздух и удерживать положение «без заносов». Однако, добиться такого варианта возможно лишь в закрытом помещении или в абсолютно безветренную погоду. В настоящее время наблюдается существенный рост разработок различных методик и алгоритмов работы БЛА.

На рис. 1 [3] в виде схемы представлена методика автоматического мониторинга линейных объектов нефтегазовой отрасли с БЛА, обеспечивающая решение задачи пожарной и промышленной безопасности.

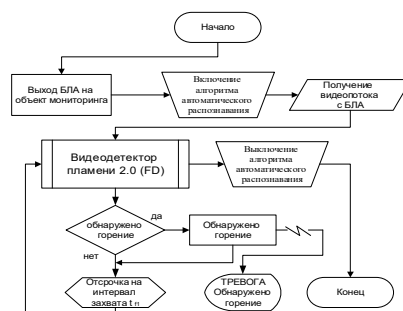


Рис. 1. Схема алгоритма методики применения беспилотных воздушных судов самолетного типа, для мониторинга линейных объектов нефтегазовой отрасли

Методика реализуется в нескольких этапах начиная от этапа «Подготовка к взлету» заканчивая этапов включающим окончание полетного задания, возврат на точку взлета, приземление в автоматическом или ручном режиме.

Рассмотрим особенности методики автоматического осмотра места пожара, с борта беспилотного воздушного судна вертолётного типа, обеспечивающую возможность быстрого и качественного определения месторасположения очага пожара, возможных путей его дальнейшего распространения, в ходе проведения оперативных мероприятий (рис. 2).

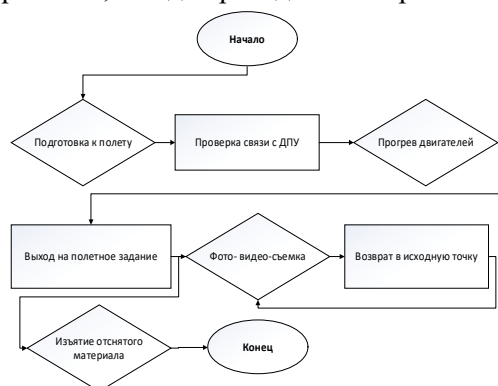


Рис. 2. Схема алгоритма методики применения беспилотных воздушных судов вертолётного типа, для детального и полномасштабного осмотра места пожара

Данная методика позволяет в кратчайшие сроки, несмотря на масштаб и состояние разрушения объекта, определить очаг пожара и пути его дальнейшего распространения.

Таким образом, обобщая практический опыт применения БЛА можно предложить структурную схему подсистемы передачи данных мониторинга объектов нефтегазового комплекса в ситуационный центр управления (рис. 3).

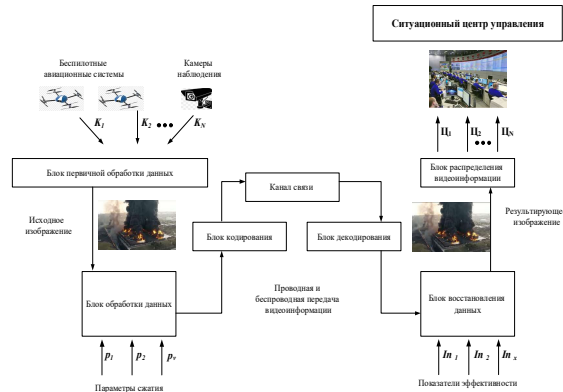


Рис. 3. Упрощенная структурная схема подсистемы передачи данных мониторинга объектов нефтегазового комплекса в ситуационный центр управления

Повышения эффективности в обеспечении безопасности в целях снижения ущерба и минимизации последствий аварий возможно за счет решения задач по цифровой модернизации, разработки и внедрения новых инновационных технологий, позволяющие повысить эффективность системы обеспечения безопасности на различных уровнях на потенциально опасных объектах нефтегазовой отрасли [1].

Список источников

1. Актуальность использования беспилотных летательных аппаратов в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций / Н.С. Шимон, Е.В. Калач, А.В. Калач, Н.В. Мартинович // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 3(22). – С. 92-98. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.90.42.013. – EDN OAAAVB.
2. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов при расследовании пожаров на объектах нефтегазового комплекса / А.С. Давиденко, С.В. Шарапов, А.В. Калач, Н.В. Мартинович // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 4(23). – С. 97-103. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.59.60.012. – EDN NJTYJJ.
3. Вытовтов, А.В. Методика применения беспилотных воздушных судов для обеспечения пожарной безопасности на нефтегазовых объектах: диссертация ... кандидата технических наук: 05.26.03 / Вытовтов Алексей Владимирович; [Место защиты: С.-Петерб. гос. ун-т ГПС МЧС России]. - Воронеж, 2018. - 117 с.
4. Калач А.В. Обеспечение пожарной безопасности магистральных нефтепроводов с применением беспилотных летательных судов // В сборнике: Комплексная безопасность и физическая защита. Труды VII Мемориального семинара профессора Б.Е. Гельфанда XIV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 248-255.
5. Сергеев А.С., Асадуллин А.Ш., Трифонов А.А. Орнитоптер как перспективное направление развития БПЛА // Студенческий. 2018. № 9-2 (29). С. 6-11.
6. Дударев А.В. Применение БЛА в структуре МЧС России для мониторинга лесного хозяйства и применения в пожаротушении // В сборнике: Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. Сборник трудов XI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. 2020. С. 86-89.
7. Распознавание области горения по черно-белому статическому изображению, полученному с борта беспилотного воздушного судна Лупанова Александра Валерьевна, Давиденко Антон Сергеевич, Порхачев Михаил Юрьевич, Калач Андрей Владимирович,

Шарапов Сергей Владимирович // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021666883, 21.10.2021. Заявка № 2021666017 от 15.10.2021.

8. Мошков В.Б., Федченко В.В., Мишин Ю.Е., Егоров В.А., Агамалян В.А., Венедиктов В.В. Мобильный комплекс беспилотного воздушного мониторинга // Патент на изобретение RU 2612754 С , 13.03.2017. Заявка № 2015154287 от 17.12.2015.

List of sources

1. Relevance of Unmanned Aerial Vehicles for Emergency Prevention / N.S. Shimon, E.V. Kalach, A.V. Kalach, N.V. Martinovich // Siberian Fire and Rescue Bulletin. - 2021. - № 3(22). - p. 92-98. - DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.90.42.013. - EDN OAAAVB.

2. Prospects of Unmanned Aerial Vehicles Application in Investigation of Fires at Oil and Gas Facilities / A.S. Davidenko, S.V. Sharapov, A.V. Kalach, N.V. Martinovich // Siberian Fire and Rescue Bulletin. - 2021. - № 4(23). - p. 97-103/ DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.59.60.012. – EDN NJTYJJ.

3. Vytovtov A.V. Methodology of unmanned aerial vehicles application to ensure fire safety at oil and gas facilities: Dissertation ... Candidate of Technical Sciences: 05.26.03 / Vytovtov Aleksey Vladimirovich; [Defence place: S.-Peterburg State University of State Fire Service of EMERCOM of Russia]. - Voronezh, 2018. - 117 с.

4. Kalach A.V. Ensuring Fire Safety of Trunk Oil Pipelines Using Unmanned Aerial Vehicles // In the collection: Integrated Safety and Physical Protection. Proceedings of VII Memorial Seminar of Professor B.E. Gelfand XIV International Scientific and Practical Conference. 2018. С. 248-255.

5. Sergeyev A.S., Asadullin A.Sh., Trifonov A.A. Ornithopter as a promising direction of UAV development // Student. 2018. № 9-2 (29). С. 6-11.

6. Dudarev A.V. Application of UAVs in the structure of the Ministry of Emergency Situations of Russia for forestry monitoring and application in firefighting // In the collection: Progressive technologies and economics in mechanical engineering. Proceedings of XI All-Russian Scientific and Practical Conference for Students and Students. 2020. С. 86-89.

7. Recognition of burning area on the black and white static image from an unmanned aircraft Lupanova Alexandra, Davidenko Anton, Porkhachev Mikhail, Kalach Andrey, Sharapov Sergey // Registration certificate for the software 2021666883, 21.10.2021. Application no. 2021666017 of 15.10.2021.

8. V.B. Moshkov, V.V. Fedchenko, Yu.E. Mishin, V.A. Egorov, V.A. Agamalyan, V.V. Venediktov. Mobile complex of unmanned aerial monitoring // Patent for invention RU 2612754 С , 13.03.2017. Application No. 2015154287 dated 17.12.2015.

Информация об авторах

Калач А.В. – доктор химических наук, профессор

Сысоева Т.П. – кандидат технических наук, доцент

Калач Е.В. – кандидат технических наук, доцент

Крутолапов А.С. – профессор, доктор технических наук, профессор

Information about the author

Kalach A.V. – Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Chemical Sciences, Full Professor

Sysoeva T.P. – Ph.D. of Engineering Sciences, Docent

Kalach E.V. – Ph.D. of Engineering Sciences, Docent

Krutolapov A.S. – Professor, Doctor of Technical Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакция 25.05.2022; одобрена после рецензирования 23.06.2022; принята к публикации 30.06.2022. The article was submitted 25.05.2022, approved after reviewing 23.06.2022, accepted for publication 30.06.2022.