

УДК 623.746.-519:614.841

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.59.60.012

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

*Давиденко А.С.<sup>1</sup>; Шарапов С.В.,<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор; Калач А.В.<sup>2</sup>, д-р. хим. наук,  
профессор; Мартинович Н.В.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет

<sup>3</sup>Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация.** В статье приведены результаты анализа и обобщения данных по применению в мониторинге объектов защиты беспилотных летательных аппаратов. Отдельное внимание уделено оценке современного состояния использования возможностей беспилотных авиационных систем на различных производствах и отраслях промышленности и прогнозируемых значениях совокупного среднегодового темпа роста продаж беспилотных авиационных систем в мире. Сделан вывод о применимости и перспективе разработки беспилотных авиационных систем при расследовании пожаров на объектах нефтегазового комплекса.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, чрезвычайная ситуация, мониторинг, обработка информации, расследование пожаров.

## PROSPECTS FOR THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES DURING INVESTIGATION OF FIRES AT OIL AND GAS COMPLEX FACILITIES

*Davidenko A.S.<sup>1</sup>; Sharapov S.V.<sup>1</sup>, Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in  
Engineering Sciences, Full Professor; Kalach A.V.<sup>2</sup> Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of  
Science) in Chemical Sciences, Full Professor; Martinovich N.V.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Saint-Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

<sup>3</sup>Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

**Abstract.** The article presents the results of analysis and synthesis of data on the use of unmanned aerial vehicles in monitoring objects. Special attention is paid to assessment of the current state of use of opportunities of pilotless aviation systems on various productions and industries and the predicted values of cumulative average annual growth rate of sales of pilotless aviation systems in the world. It was concluded that the development of unmanned aircraft systems in the investigation of fires at oil and gas facilities is applicable and promising.

**Key words:** unmanned aerial vehicle, emergency situation, monitoring, information processing.

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].

Мировой опыт использования технологий нового класса показывает успешное их применения в различных сферах, данный факт с уверенностью позволяет предположить, что внедрение и развитие технологий Индустрии 4.0 в деятельность пожарно-спасательных подразделений так же позволит повысить эффективность различных процессов их деятельности и как следствие повысит эффективность решения основной задачи – спасения людей, повышение безопасности и защищённости населения, снижения прямого и косвенного ущерба от чрезвычайных ситуаций.

В «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [3], утвержденной руководством страны в июле 2021 года, подчеркиваются неразрывная взаимосвязь и взаимозависимость национальной безопасности и социально-экономического развития страны. Основными факторами, определяющими положение и роль Российской Федерации в мире в долгосрочной перспективе, становятся способность обеспечить технологическое лидерство и эффективность государственного управления. Инновационное, научно-техническое развитие страны является важной составляющей благополучия государства и, как следствие, основным элементом ее национальной безопасности. В российской программе развития цифровой экономики планируется использовать новые технологии в различных сферах деятельности: Государственное управление и регулирование, информационная инфраструктура, кадры и образование, информационная безопасность, умный город и т.д.

Согласно стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденной Указом Президента [4] цель России в перспективе за 15–20 лет – войти в группу лидирующих экономик мира за счет цифровых преобразований традиционных отраслей и развития самостоятельной эффективной цифровой индустрии. Основной задачей цифровизации различных сфер жизни и перехода на цифровую экономику в России, является повышение качества жизни, обеспечение конкурентоспособности страны и ее национальной безопасности. Государство, в лице органов власти различного уровня должно является проводником распространения цифровых технологий для массового использования и служит образцом их внедрения.

Внедрение и развитие новых технологий позволяет повысить эффективность процессов и улучшить различные аспекты деятельности практически во всех областях. В настоящее время одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность и применения, как существующих технологий, так и новых разрабатываемых технологий класса «Индустрия 4.0» в интересах решения задач МЧС России.

Анализ статистических данных приведенных в официальных опубликованных сборниках ВНИИПО МЧС России показывает, что в последнее время, на фоне существующей динамики снижения пожаров в целом наблюдается рост аварий и пожаров с крупным ущербом и тяжелыми последствиями. Особое значение в данном контексте представляют аварии на объектах нефтегазового комплекса [5]

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.

Несмотря на особые требования безопасности для объектов повышенной опасности к которым относятся объекты хранения нефти и нефтепродуктов, инциденты, связанные

с возникновением пожаров и взрывов на данных объектах, регулярно происходят. Зачастую это связано с халатностью и не выполнением своих обязанностей должностными лицами на которых возлагается обязанность по соблюдению на объекте требований пожарной безопасности. При расследовании причин аварийной ситуации, необходимо тщательное изучение обстоятельств пожара, установление как обстановки предшествующей инциденту, так и динамики эскалации аварии. Определение причинно-следственной связи между нарушением требований безопасности и возникновением, развитием пожара необходимо не только для определения виновных лиц, но и разработки в дальнейшем мер организационно-правового и технического характера предотвращающих подобные аварии [6,7].

К особенностям пожаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов, возможно отнести относительно большую площадь горения и как правило крупный ущерб от пожара. Данные особенности обуславливают в первую организацию расследования пожара в рамках уголовно-процессуального производства, во-вторых исследования и фиксацию фиксации следов преступления и вещественных доказательств на большой территории в свою очередь связанную с необходимостью применения различных технических средств. Одной из перспективной технологии доступной и активно развивающейся в настоящее время, является применение беспилотных авиационных систем (БАС). Возможности БАС оснащенных современными средствами фото-видео фиксации общей обстановки позволяют пересмотреть подходы к расследованию причин и условий возникновения и развития пожаров на большой территории, получить новую объективную информацию необходимую эксперту при принятии решения.

Применение технических средств при производстве следственных и процессуальных действий в процессе расследования преступлений определено положениями Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации (далее - УПК РФ) [8]. При расследовании правонарушений порядок применения технических средств определен Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях (Далее - КоАП) [9] и разъяснено в ряде Постановлений Пленума Верховного Суда РФ [10].

Необходимо отметить, что исчерпывающего конкретизированного перечня технических средств, в нормах права не приведено, что позволяет не ограничивать использование новых технологий и результатов развития науки и техники. Основным требованиям к техническим средствам при расследовании преступлений и правонарушений неизменно остается требования, вытекающие из установленных законом принципов законности, достоверности, а также безопасности при использовании для всех участников процесса.

Начало развития отечественной беспилотной авиации принято считать 60-70 г.г. XX века. В 80-е года наша страна считалась лидером в данной сфере прежде всего ориентируясь на нужды военно-промышленного комплекса создавала такие образцы тяжелых БАС типа Ту-143 «Рейс» или Ту-141 «Стриж». В начале 60-х годов выпущен в количестве 20 экземпляров разведывательный Ла-17Р, способный осуществлять фоторазведку на удалении 50-60 км. В настоящий момент Россия не является ведущим игроком на мировом рынке БАС, составляя только 0,3% в количестве выпускаемых БАС (2 % стоимости рынка). Сегодня сфера применения БАС расширяется за счет как снижения стоимости самой БАС, так за счет новых разработок в сфере интеллектуального управления и внедрения новых технологий обработки данных получаемых с систем наблюдения устанавливаемых на эти системы.

В табл. 1 приведены данные об особенностях использования возможностей БАС на некоторых производствах и отраслях промышленности [11].

**Таблица 1. Современное состояние использование возможностей БАС на различных производствах и отраслях промышленности (в %) [11]**

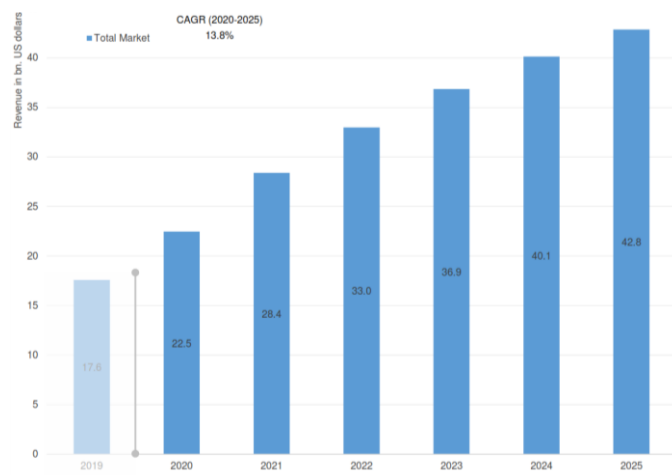
Производства	Картографирование и обследование территорий	Мониторинг	Фото-и аэросъемка	Доставка	Опрыскивание и посев	Иное применение
Безопасность (охрана)	11	83	0	0	0	1
Здравоохранение	35	0	2	38	0	8
Информация и связь	3	6	60	0	0	16
Научные исследования	51	6	2	2	0	24
Нефтегазовая отрасль	55	38	0	0	0	6
Образование	53	18	0	0	0	17
Сельское хозяйство	59	3	0	0	0	30
Страхование	46	10	22	0	0	8
Транспорт	48	34	0	7	0	6
Управление отходами	34	14	5	0	0	30

На рис. 1 приведены данные о состоянии рынка использования возможностей БАС в России [11].



*Рис. 1. Сферы деятельности российских компаний, работающих на рынке БАС*

В качестве примера динамики использования БАС на рис. 2 приведены данные о прогнозируемых значениях совокупного среднегодового темпа роста продаж БАС в мире [11].



*Рис. 2. Современное состояние и прогноз значений совокупного среднегодового темпа роста (CAGR) продаж БАС (в млрд долларов США)*

Применение БАС в МЧС России начато в 2009 году на базе отряда «Центроспас» в подмосковном Жуковском. В основу парка входят промышленные БАС вертолётного типа от китайской компании DJI – квадрокоптеры типа Phantom 4 Pro+ V2.0 и Inspire 2, а также отечественные - ZALA 421-22. Выбранные модели БАС наилучшим образом отвечают требованиям для воздушного мониторинга и съёмки территорий на различных объектах (т.ч. нефтегазового комплекса). 132 единицы оснащены системами наблюдения в инфракрасном диапазоне спектра.

По данным официальных источников, в настоящее время в системе МЧС России на оснащении реагирующих подразделений находится 1591 единица БАС, в том числе: 1554 единицы вертолётного (мультироторного) типа и 37 единиц самолетного типа. В 12 % случаев введения ЧС для выполнения задач привлекались суда беспилотной авиации МЧС России. [12].

Как следует из официальных источников использование БАС для решения задач МЧС России в основном ограничивается использованием или при ведении аварийно-спасательных работ или мониторинга обстановки. Несмотря на широкое успешное использование БАС в различных сферах применение данной технологий в расследовании пожаров не получило. По нашему мнению, низкая активность применения БАС при решении задач МЧС России в рамках расследования и экспертизы пожаров, прежде всего обусловлена рядом объективных причин, к которым возможно отнести: относительную дороговизну систем и обслуживание как непосредственно самих БАС, так и оборудования необходимого для объективной фиксации обстановки. К объективным причинам сдерживающих применения БАС в процессе расследования пожаров относятся отсутствия навыков использования и обработке полученных данных при использовании данных технологии в различных условиях. Данное мнение подтверждается другими исследованиями различных аспектов применения БАС в ходе производства отдельных следственных действий, как при расследовании преступлений, не связанных с пожарами [13-16], так и при использовании БАС при решении задач МЧС России. [17-19]

По данным приведенным в государственном докладе «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» подготовленным ФГБУ ВНИИ ГОЧС на долю ЧС техногенного характера приходится больше половины случаев. Совокупный ущерб от аварий (без учета пожаров) на магистральных и внутри промысловых нефтепроводах и магистральных газопроводах, и взрывах в зданиях, на коммуникациях, технологическом оборудовании промышленных объектов составил более 800 млрд. рублей [20].

В настоящий момент поставленные государством стратегические цели и направления развития предполагают интенсивное развитие кроме гражданского строительства, развитие современного, отвечающего требованиям безопасности промышленного нефтегазового производства и технологий, в том числе в Арктическом регионе. Интенсивное развитие и сохранение нефтегазовой отрасли как стратегической сферы деятельности обуславливает необходимость повышения эффективности существующих средств контроля и анализа и разработку перспективных инновационных решений на базе технологий класса «Индустрия 4.0». Применения современных технологий БАС в совокупности с перспективными технологиями анализа большого потока данных и обработки информации интеллектуальными системами класса «Индустрия 4.0», в области расследования пожаров на объектах хранения нефти позволит повысить цифровую зрелость данного направления и обеспечить не только получения дополнительных экспертных данных для объективного определения причин и виновных в инциденте, но и использовать полученные данные для разработки мероприятий по профилактике пожаров.

## Литература

1. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice/ D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-6333-6; Edward A. Lee, Cyber-Physical Systems — Are Computing Foundations Adequate? Режим доступа: [https://ptolemy.berkeley.edu/publications/papers/06/CPSPositionPaper/Lee\\_CPS\\_PositionPaper.pdf](https://ptolemy.berkeley.edu/publications/papers/06/CPSPositionPaper/Lee_CPS_PositionPaper.pdf) (дата обращения: 27.09.2021);
2. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., Ten Hompel M., Wahlster W. Industrie 4.0 Maturity index. Managing the digital transformation of companies (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag. 2017. 60 p.
3. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/3b2c6f0709cf5640388f606e66a03ed2cff6188b/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/3b2c6f0709cf5640388f606e66a03ed2cff6188b/) (дата обращения: 01.10.2021)
4. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216363/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/) (дата обращения: 01.10.2021)
5. Земенкова М.Ю. Системный анализ и технологический мониторинг надежности и безопасности при транспорте и хранении углеводородов: монография / М. Ю. Земенкова. – Тюмень: ТИУ, 2017. – 252 с.
6. Петрова Н.В., Чешко И.Д. Анализ экспертной практики по исследованию пожаров, произошедших на объектах хранения нефти и нефтепродуктов // Проблемы и перспективы судебной пожарно-технической экспертизы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2015. С. 78–81. ;
7. Петрова Н.В., Чешко И.Д., Воронцова А.А. Классификация нормативных документов, регламентирующих пожарную безопасность на объектах хранения нефтепродуктов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 1 (49). С. 38-44.
8. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ (ред. от 01.07.2021, с изм. от 23.09.2021) [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34481/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/) дата обращения: 01.10.2021)
9. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 01.07.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2021) [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/) дата обращения: 01.10.2021)
10. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 25.06.2019 N 20 "О некоторых вопросах, возникающих в судебной практике при рассмотрении дел об административных правонарушениях, предусмотренных главой 12 Кодекса Российской Федерации об административных... [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_327611/649fd6e13e0475dd2dbee61b48811e6dd96345fd/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_327611/649fd6e13e0475dd2dbee61b48811e6dd96345fd/) дата обращения: 01.10.2021)
11. Интернет-ресурс [www.droneii.com](http://www.droneii.com) «Drone Market Report 2020-2025. Drone Market Size and Forecast 2020-2025 and Trends & Regulations». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://droneii.com> дата обращения: 01.10.2021
12. Интернет-ресурс «Отчет о результатах контрольного мероприятия «Проверка целевого и эффективного использования средств федерального бюджета, предусмотренных в 2017–2018 годах и истекшем периоде 2019 года на авиационное

обеспечение деятельности Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» Режим доступа: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/ec3/ec398add5d3c84d5363716826833271d.pdf> дата обращения: 01.10.2021

13. Бегалиев Е.Н. «О перспективах применения беспилотных летательных аппаратов в ходе производства отдельных следственных действий» Вестник Восточно-Сибирского института МВД России, no. 2 (89), 2019, pp. 163-172. doi: 10.24411/2312-3184-2019-00016;
14. Власов В.В. Методы и алгоритмы построения фотоплана местности посредством аэрофотосъемки с помощью беспилотного летательного аппарата: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Орел, 2016. – 16 с.
15. Большев В.Г. Применение научно-технических средств в процессуально-тактической деятельности следователя: автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Воронеж, 2012. – 23 с.
16. Ключников, В. Ю. Современные возможности использования малых беспилотных летательных аппаратов для фиксации обстановки на месте происшествия [Текст] / В. Ю. Ключников, В. В. Пеньков, Л. В. Дашко // Профессионал: популярно-правовой альманах МВД России. – 2016. – № 5 (133)
17. Вытовтов А.В., Калач А.В., Сазанова А.А., Лебедев Ю.М. К вопросу о создании беспилотных летательных аппаратов / А.В. Вытовтов, А.В. Калач, А.А. Сазанова, Ю.М. Лебедев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 2. – С. 87-91
18. Королев Д.С., Калач А.В., Зенин А.Ю. Важность принятия решений при обеспечении пожарной безопасности / Д.С. Королев, А.В. Калач, А.Ю. Зенин // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – №2(15). – С. 42-46; 8.
19. Шимон Н.С., Калач А.В., Куприенко П.С., Архипов М.И. Современное состояние и перспективы использования беспилотных воздушных судов при прогнозировании и предупреждении чрезвычайных ситуаций на территории Воронежской области // Техносферная безопасность. 2020. № 3 (28). С. 121-128
20. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, 264 с.