

Научная статья

УДК 614.841.2; DOI: 10.61260/1998-8990-2025-4-43-51

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

✉ Сысоева Татьяна Павловна.

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

✉ syisik@mail.ru

Аннотация. На основании статистических данных о чрезвычайных ситуациях за последние 10 лет выявлены основные направления для развития мониторинга чрезвычайных ситуаций с применением беспилотных авиационных систем. Проведен анализ всех типов и видов беспилотных воздушных судов, которые могут использоваться для наблюдения и сбора информации о чрезвычайных ситуациях. Предложены основные критерии для эффективности мониторинга чрезвычайных ситуаций с применением беспилотных воздушных судов. Методология мониторинга чрезвычайных ситуаций, основанная на предлагаемых критериях, позволит разрабатывать новые и совершенствовать существующие системы мониторинга, необходимые для повышения уровня готовности соответствующих служб к прогнозированию и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: мониторинг, чрезвычайная ситуация, беспилотные авиационные системы, пожар, статистика, беспилотное воздушное судно

Для цитирования: Сысоева Т.П. Современное состояние развития систем мониторинга чрезвычайных ситуаций с применением беспилотных воздушных судов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2025. № 4 (76). С. 43–51. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-4-43-51.

Scientific article

THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF EMERGENCY MONITORING SYSTEMS USING UNMANNED AIRCRAFT

✉ Sysoeva Tatiana P.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ syisik@mail.ru

Abstract. Based on statistical data on emergencies over the past 10 years, the article identifies the main directions for the development of emergency monitoring using unmanned aircraft systems. An analysis of all types and types of unmanned aircraft that can be used to monitor and collect information about emergencies has been carried out. The main criteria have been developed that will form the basis for the methodology of emergency monitoring using unmanned aircraft. The emergency monitoring methodology based on the proposed criteria will make it possible to develop new and improve existing monitoring systems necessary to increase the level of readiness of relevant services to predict and eliminate emergencies.

Keywords: monitoring, emergency, unmanned aircraft systems, fire, statistics, unmanned aircraft

For citation: Sysoeva T.P. The current state of development of emergency monitoring systems using unmanned aircraft // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2025. № 4 (76). P. 43–51. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-4-43-51.

Введение

Количество чрезвычайных ситуаций (ЧС) с годами не уменьшается, и это связано как с климатическими изменениями, так и с деятельностью человека. В связи с этим повышается уровень готовности служб к ним, совершенствуются способы и принципиальные подходы при ликвидации последствий ЧС и разрабатываются новые алгоритмы и способы спасения населения [1, 2]. Для того чтобы снизить трудозатраты при ликвидации ЧС, необходимо повысить уровень системы мониторинга за объектами и территориями повышенной опасности [3], опираясь в первую очередь на мировую статистику, а также новейшие робототехнические разработки [4, 5].

Одним из актуальных направлений исследования является определение основных критериев для разработки методологии мониторинга ЧС с применением беспилотных воздушных судов (БВС).

Анализ мировой статистики ЧС

Для определения основных критериев для разработки соответствующей методологии следует изучить и провести анализ мировой статистики ЧС для выявления проблемных мест в системе проведения мониторинга.

В табл. 1 приведены сведения о количестве зарегистрированных в мире ЧС за 2013 и 2023 гг.¹.

К ЧС относятся все геофизические, метеорологические и климатические явления, в том числе землетрясения, извержения вулканов, оползни, засухи, лесные пожары, штормы и наводнения, также техногенные аварии на различных производственных объектах.

Таблица 1

Статистика зарегистрированных ЧС в мире в 2013 и в 2023 гг.
(<https://ourworldindata.org/grapher/number-of-natural-disaster-events>)

Тип чрезвычайной ситуации	2013	2023	Абсолютное изменение	Относительное изменение
Всего:	340	410	+70	+21 %
Засуха	15	17	+2	+13 %
Землетрясение	29	32	+3	+10 %
Экстремальная температура	17	10	-7	-41 %
Экстремальные погодные условия	105	140	+35	+33 %
Наводнение	149	166	+17	+11 %
Вулканическая активность	3	4	+1	+33 %
Движение влажной массы (оползни, паводки и т.п.)	11	24	+13	+118 %
Лесной пожар	10	16	+6	+60 %
Другие	1	1	+0	+0 %

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показал, что количество зарегистрированных в мире ЧС за 10 лет выросло более чем на 20 %. Хочется отметить значительное увеличение (более 100 %) движение влажной массы, что связано с повышением средней температуры климатической системы Земли. Также наблюдается прирост лесных пожаров (60 %), являющейся следствием повышения засушливости лесных массивов и длительным периодом регенерации лесов.

¹ Our world in data. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/number-of-natural-disaster-events> (дата обращения: 16.04.2025)

Общее число людей, пострадавших в результате ЧС в 2023 г. в разных географических регионах мира², приведено на рис. 1.

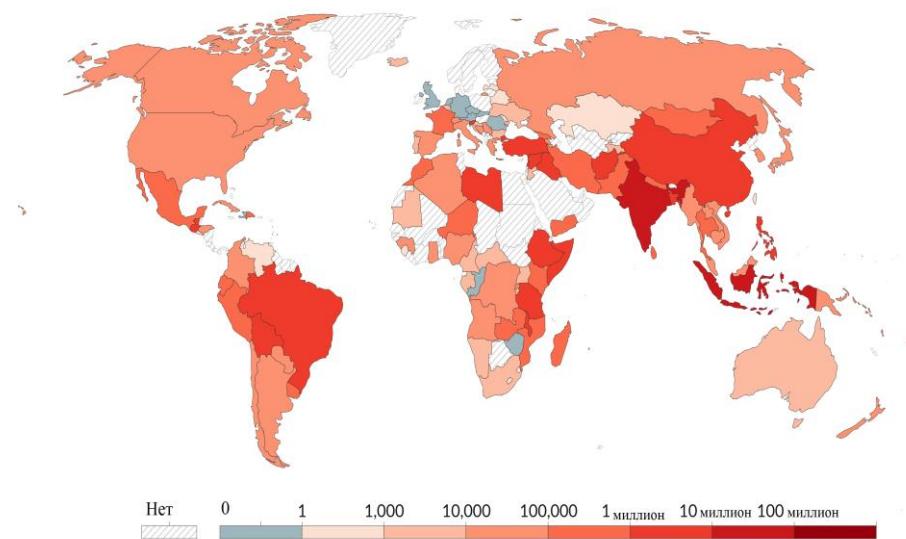


Рис. 1. Общее число людей, пострадавших в результате ЧС в разных географических регионах мира в 2023 г.

Из рис. 1 видно, что географическое положение места ЧС сильно влияет на количество пострадавших. Наибольшее количество пострадавших приходится на регионы с низкой инфраструктурой и слабой доступностью к удаленным местам от развитых центров жизнедеятельности.

Общее число людей, пострадавших в результате ЧС, в мире за последние 10 лет приведены на рис. 2, а общий мировой экономический ущерб от ЧС в процентах к валовому внутреннему продукту (ВВП) представлен на рис. 3 (данные по 2023 г. отсутствуют)³.

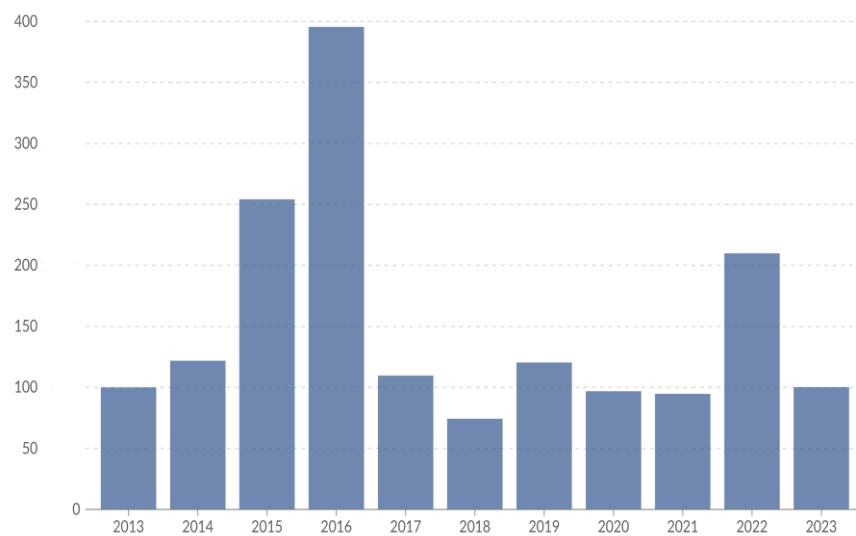


Рис. 2. Статистика пострадавших от ЧС, чел. в млн/год
[\(https://ourworldindata.org/natural-disasters\)](https://ourworldindata.org/natural-disasters)

² Our world in data. URL: <https://ourworldindata.org/grapher/number-of-natural-disaster-events> (дата обращения 16.04.2025)

³ Там же.

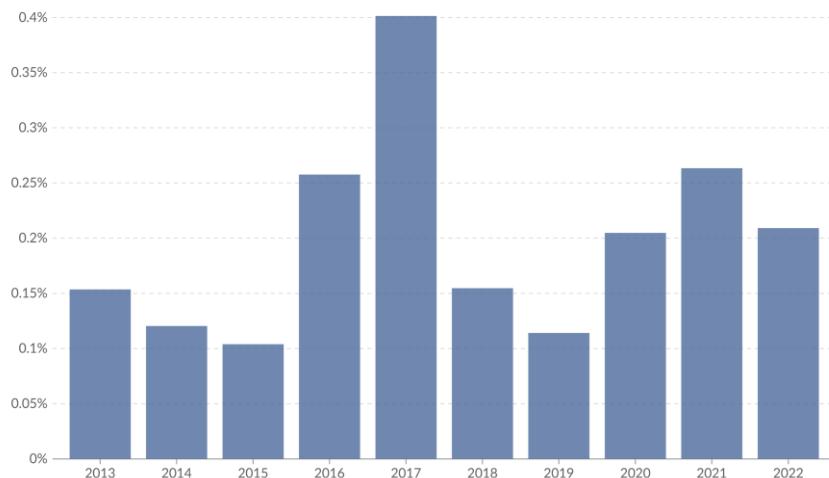


Рис. 3. Среднегодовой экономический ущерб от ЧС в мире, процент от ВВП/год
(<https://ourworldindata.org/natural-disasters>)

Из рис. 2 видно, что количество пострадавших за последние 10 лет находится примерно на одном уровне, за исключением 2015–2016 гг. На рис. 3 показано, что наибольший экономический ущерб приходится на 2016–2017 гг., что является следствием ЧС, произошедших в 2015–2016 гг.

Применение беспилотных воздушных судов для мониторинга ЧС

Предотвратить возникновение и последствия ЧС в полном объеме, как показывает статистика, приведенная выше, пока невозможно. В то же время реально обнаружить возникновение ЧС на ранней стадии, что в дальнейшем позволит уменьшить количество пострадавших и снизить материальный ущерб. Для обнаружения ЧС существуют современные системы мониторинга, состоящие из четырех основных частей (рис. 4).

Основное назначение первой системы – государственной наблюдательной сети – ГНАС – осуществлять наблюдение и сбор данных (информации) с подконтрольных географических территорий. Вторая система отвечает за установление датчиков непосредственно на постоянных капитальных объектах, зданиях, сооружениях, к которым можно отнести нефтегазовые комплексы, нефтегазопроводы, магистрали и т.п. Третья система обрабатывает полученные данные от первых двух систем и передает информацию в четвертую систему, которая с помощью искусственного интеллекта (то есть программных комплексов и т.п.) проводит анализ полученных данных для определения области угроз, прогнозирования временных диапазонов возникновений ЧС и вариантов ее развития.

В рамках первой системы ГНАС необходимо применять БВС, так как данная система отвечает за наблюдение на подконтрольных территориях, таких как водоемы, лесные массивы, горные хребты и т.п., то есть за объектами, занимающие огромные площади и располагающиеся в разных географических и климатических поясах.

Нашиими соотечественниками уже проводились научные исследования теоретических основ использования робототехнических средств в системе мониторинга различного рода объектов, к ним относятся работы С.Ф. Яцуна [6], А.В. Мальчикова [7], М.В. Шевцова [8], Р.А. Дурнева [9], А.В. Матвеева [10] и др.

В вышеперечисленных научных трудах рассматривалось использование беспилотных авиационных систем для решения конкретных задач, но в них не обосновывалась необходимость модернизации системы мониторинга ЧС на территории Российской Федерации. Но не стоит забывать, что и ЧС, произошедшие на территории других государств, также могут угрожать интересам нашей страны и здоровью наших граждан.



Рис. 4. Современные системы мониторинга ЧС

На данный момент БВС можно классифицировать следующим образом: беспилотные автоматические, беспилотные дистанционно-пилотируемые авиационные системы и беспилотные неуправляемые – шары-зонды, свободные аэростаты.

Также БВС имеют классификацию по способам запуска [11]: с помощью шасси (собственного или сбрасываемого) и с помощью пускового устройства – катапульты, с платформы – безаэродромный старт. И по способам возвращения: свободным спуском на парашюте в заданном районе и падением на уловители, посадкой на нужный аэродром на шасси [12, 13].

На разновидности дронов также оказывает влияние вес самого аппарата, время нахождения его воздухе и его максимальная высота полета. Исходя из этих условий, дроны условно можно разделить на четыре группы: микро, мини, средние и тяжелые беспилотники (рис. 5)⁴.

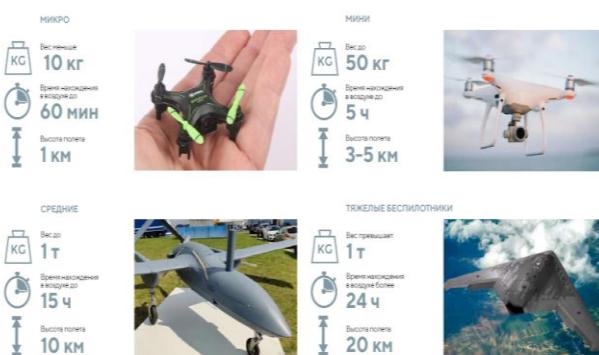


Рис. 5. Группы беспилотных авиационных систем
(https://leader-id.storage.yandexcloud.net/event_doc/436213/648af99336c1a573583773.pdf)

⁴ URL: https://leader-id.storage.yandexcloud.net/event_doc/436213/648af99336c1a573583773.pdf (дата обращения: 16.04.2025).

Также существует классификация по типам беспилотных авиационных систем (рис. 6), которые применяются в зависимости от поставленных задач [14].

В связи с этим необходимо применять разную тактику и технику при использовании БВС в рамках работы первой системы мониторинга ГНАС. Исходя из поставленных задач, необходимо разработать методологию выбора БВС для осуществления мониторинга в системе ГНАС, основанную на географическом, климатическом и определяющем критериях. Критерии представлены на рис. 7.



Рис. 6. Типы беспилотных авиационных систем

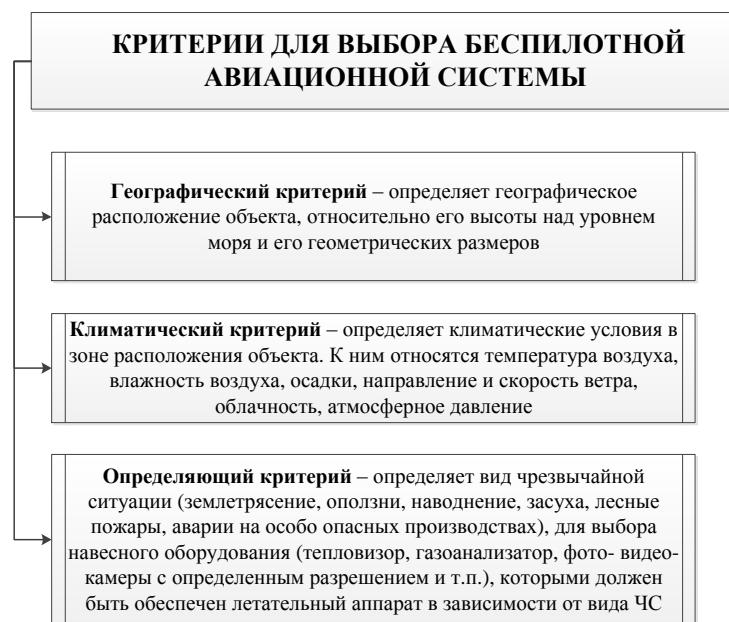


Рис. 7. Критерии для выбора БАС

Для выполнения мониторинга объекта в зависимости от типа ЧС в определенной местности выбираются основные показатели трех критериев и подбираются необходимые беспилотные авиационные системы, одна или несколько для их выполнения. После того как будет определен вид, следует определиться с навесным оборудованием, необходимым для проведения мониторинга на определенном участке, это может быть телевизор, газоанализатор, видеокамеры с определенным расширением и т.п.

На приведенных выше критериях будет базироваться методология мониторинга ЧС с применением БАС, разработка которой продолжается.

Заключение

Таким образом, на основании статистических данных проанализированы основные направления развития мониторинга ЧС с применением беспилотных авиационных систем. Проведен анализ современных типов и видов БАС, которые могут использоваться для наблюдения и сбора информации о ЧС различного генезиса.

Предложены критерии, позволяющие обосновать выбор и совершенствовать существующие системы мониторинга, необходимые для повышения уровня готовности соответствующих служб к прогнозированию и ликвидации ЧС.

Список источников

1. AlAli Z.T., Alabady S.A. A survey of disaster management and SAR operations using sensors and supporting techniques // International Journal of Disaster Risk Reduction. 2022. Vol. 82. P. 103295. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2022.103295.
2. Соляникова У.А., Шульга К.Ю., Емельянова В.А. Автоматизированные системы мониторинга и прогнозирования ЧС // Современные научные исследования: теория, методология, практика: сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. 2019. С. 149–152.
3. Влад И.В. Перспективные направления совершенствования системы мониторинга и прогнозирования ЧС // Проблемы эффективного использования научного потенциала общества: сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Стерлитамак, 2024. С. 72–75.
4. Влад И.В. Мониторинг за состоянием опасных объектов при техногенных ЧС с помощью БПЛА // Новая наука: от идеи к результату. 2025. № 4. С. 22–26.

5. AlAli Z.T., Alabady S.A. The role of unmanned aerial vehicle and related technologies in disasters // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2022. Vol. 28. P. 100873. DOI: 10.1016/j.rsase.2022.100873.
6. Моделирование и исследование процессов управления квадрокоптером / В.Е. Павловский [и др.] // Робототехника и техническая кибернетика. 2014. № 4 (5). С. 49–57.
7. Trajectory planning strategy for the links of a walking hu-man-machine system using a neural network / S.F. Jatsun [et al.] // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Т. 324. С. 255–261. LNNS.
8. Шевцов М.В. Система мониторинга пожарной и медико-экологической безопасности с использованием анализа видеоданных с беспилотных летательных аппаратов: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2022. 157 с.
9. Логико-вероятностная оценка живучести и эффективности беспилотных летательных аппаратов при проведении разведки зоны ЧС: некоторые возможности методического подхода / Р.А. Дурнев [и др.] // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 3. С. 17–25.
10. Матвеев А.В., Матиев Р.Т. Принятие решений при пожарах в горной местности: сравнительный анализ методов мониторинга // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2023. № 2 (42). С. 76–90.
11. Способы запуска беспилотных летательных аппаратов и пусковые установки для его осуществления / П.К. Иванов [и др.] // Молодежь. Техника. Космос: труды XVI Общерос. молодёжной науч.-техн. конф., приуроченной к 90-летию Юрия Алексеевича Гагарина, летчика-космонавта СССР, Героя Советского Союза, первого человека, отправившегося в космическое пространство: в 4-х т. СПб., 2024. С. 63–65.
12. Способ точной посадки беспилотного летательного аппарата самолетного типа и устройство его реализации: пат. RU 2767389 С1 / Волобуев М.Ф., Замыслов М.А., Мальцев А.М., Михайленко С.Б., Штанькова Н.В. № 2020137931; заявл. 18.11.20, опубл. 17.03.22.
13. Способ автономной посадки беспилотного летательного аппарата: пат. RU 2785076 С1 / Девитт Д.В., Севостьянов И.Е., Бурдинов К.А. № 2022117868; заявл. 30.06.22; опубл. 02.12.22.
14. Вытовтов А.В., Калач А.В. Методика применения беспилотных воздушных судов для обеспечения пожарной безопасности на нефтегазовых объектах // Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: Научная книга, 2018. С. 264–267.

References

1. AlAli Z.T., Alabady S.A. A survey of disaster management and SAR operations using sensors and supporting techniques // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022. Vol. 82. P. 103295. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2022.103295.
2. Solyanikova U.A., Shul'ga K.Yu., Emel'yanova V.A. Avtomatizirovannye sistemy monitoringa i prognozirovaniya CHS // Sovremennye nauchnye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika: sb. statej po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 2019. S. 149–152.
3. Vlad I.V. Perspektivnye napravleniya sovershenstvovaniya sistemy monitoring i prognozirovaniya CHS // Problemy effektivnogo ispol'zovaniya nauchnogo potenciala obshchestva: sb. statej po itogam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Sterlitamak, 2024. S. 72–75.
4. Vlad I.V. Monitoring za sostoyaniem opasnyh ob'ektor pri tekhnogennyh CHS s pomoshch'yu BPLA // Novaya nauka: ot idei k rezul'tatu. 2025. № 4. S. 22–26.
5. AlAli Z.T., Alabady S.A. The role of unmanned aerial vehicle and related technologies in disasters // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2022. Vol. 28. P. 100873. DOI: 10.1016/j.rsase.2022.100873.

6. Modelirovanie i issledovanie processov upravleniya kvadrokopterom / V.E. Pavlovskij [i dr.] // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. 2014. № 4 (5). S. 49–57.
7. Trajectory planning strategy for the links of a walking hu-man-machine system using a neural network / S.F. Jatsun [et al.] // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. T. 324. S. 255–261. LNNS.
8. Shevcov M.V. Sistema monitoringa pozharnoj i mediko-ekologicheskoy bezopasnosti s ispol'zovaniem analiza videodannyh s bespilotnyh letatel'nyh apparatov: dis. ... kand. tekhn. nauk. SPb., 2022. 157 s.
9. Logiko-veroyatnostnaya ocenka zhivuchesti i effektivnosti bespilotnyh letatel'nyh apparatov pri provedenii razvedki zony CHS: nekotorye vozmozhnosti metodicheskogo podhoda / R.A. Durnev [i dr.] // Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. 2021. № 3. S. 17–25.
10. Matveev A.V., Matiev R.T. Prinyatie reshenij pri pozharah v gornoj mestnosti: sravnitel'nyj analiz metodov monitoringa // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2023. № 2 (42). S. 76–90.
11. Sposoby zapuska bespilotnyh letatel'nyh apparatov i puskovye ustanovki dlya ego osushchestvleniya / P.K. Ivanov [i dr.] // Molodezh'. Tekhnika. Kosmos: trudy XVI Obshcheros. molodyozhnoj nauch.-tekhn. konf., priurochennoj k 90-letiyu YUriya Alekseevicha Gagarina, letchika-kosmonavta SSSR, Geroya Sovetskogo Soyuza, pervogo cheloveka, otpravivshegosya v kosmicheskoe prostranstvo: v 4-h t. SPb., 2024. S. 63–65.
12. Sposob tochnoj posadki bespilotnogo letatel'nogo apparata samoletnogo tipa i ustrojstvo ego realizacii: pat. RU 2767389 C1 / Volobuev M.F., Zamyslov M.A., Mal'cev A.M., Mihajlenko S.B., Shtan'kova N.V. № 2020137931; zayavl. 18.11.20, opubl. 17.03.22.
13. Sposob avtonomnoj posadki bespilotnogo letatel'nogo apparata: pat. RU 2785076 C1 / Devitt D.V., Sevost'yanov I.E., Burdinov K.A. № 2022117868; zayavl. 30.06.22; opubl. 02.12.22.
14. Vytovtov A.V., Kalach A.V. Metodika primeneniya bespilotnyh vozдушnyh sudov dlya obespecheniya pozharnoj bezopasnosti na neftegazovyh ob'ektah // Tekhnika i bezopasnost' ob'ektor ugolovno-ispolnitel'noj sistemy: sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2018. S. 264–267.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 20.03.2025; одобрена после рецензирования: 03.10.2025; принята к публикации: 21.11.2025

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 20.03.2025; approved after review: 03.10.2025; accepted for publication: 21.11.2025

Информация об авторах:

Сысоева Татьяна Павловна, старший научный сотрудник отдела инновационных и информационных технологий в экспертизе пожаров исследовательского центра экспертизы пожаров научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: syisik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0230-465X>, SPIN-код: 3683-2066

Information about the authors:

Sysoeva Tatiana P., senior researcher of the department of innovative and information technologies in the examination of fires of the research center for the examination of fires of the research institute for advanced research and innovative technologies in the field of life safety of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave, 149), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: syisik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0230-465>, SPIN: 3683-2066