

Научная статья

УДК 614.84

doi: 10.34987/2712-9233.2025.78.54.002

Локализация и ликвидация пожаров огнетушащими капсулами с помощью БПЛА

*Алиби Дауренович Молдахметов
Анастасия Борисовна Крюкова*

Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан

Автор ответственный за переписку: Анастасия Борисовна Крюкова, kurtovsergej1983@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы применения огнетушащих капсул БРАНДСИС® и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для повышения эффективности пожаротушения. Анализируется химический состав капсул, их преимущества по сравнению с традиционными средствами, а также возможности локализации производства в Казахстане. Особое внимание уделено интеграции капсул с БПЛА, что позволяет оперативно доставлять огнетушащие вещества в труднодоступные зоны, обеспечивая безопасность спасателей и минимизируя последствия пожаров. Представленные технологии демонстрируют высокую эффективность, экологическую безопасность и универсальность применения, что делает их перспективным направлением развития систем противопожарной защиты.

Ключевые слова: пожаротушение, огнетушащие капсулы, БПЛА, пожарная безопасность, инновационные технологии

Для цитирования: Молдахметов А.Д., Крюкова А.Б. Локализация и ликвидация пожаров огнетушащими капсулами с помощью БПЛА // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2025. № 2 (18). С.10-15. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2025.78.54.002>

Localization and Extinguishing of Fires Using Fire Suppression Capsules Delivered by UAVs

*Alibi D. Moldakhmetov
Anastassiya B. Kryukova*

Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan

Corresponding author: Anastassiya B. Kryukova, kurtovsergej1983@yandex.ru

Abstract. The article discusses the prospects of using BRANDSIS® fire extinguishing capsules and unmanned aerial vehicles (UAVs) to increase fire extinguishing efficiency. The chemical composition of capsules, their advantages over traditional products, as well as the possibility of localization of production in Kazakhstan are analyzed. Special attention is paid to the integration of capsules with UAVs, which makes it possible to quickly deliver extinguishing agents to hard-to-reach areas, ensuring the safety of rescuers and minimizing the consequences of fires. The presented technologies demonstrate high efficiency, environmental

safety and versatility of application, which makes them a promising area for the development of fire protection systems.

Key words: fire fighting, fire extinguishing capsules, UAV, fire safety, innovative technologies

For citation: Moldakhmetov A.D., Kryukova A.B. Localization and Extinguishing of Fires Using Fire Suppression Capsules Delivered by UAVs // Actual problems of safety In the technosphere 2025. No. 2 (18). P. 10-15. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2025.78.54.002>

В современных условиях обеспечение пожарной безопасности и повышение эффективности пожаротушения приобретают приоритетное значение на фоне роста урбанизации, индустриализации и климатических изменений. Несмотря на реализуемые меры по предупреждению пожаров, статистика сохраняет устойчиво высокие показатели числа возгораний, что сопровождается значительными человеческими и материальными потерями. Увеличение плотности застройки, расширение промышленных мощностей и ухудшение климатических условий способствуют увеличению частоты возникновения пожаров, а также усложняют процесс их ликвидации. Традиционные методы тушения, основанные преимущественно на использовании воды или пены, демонстрируют ограниченную эффективность в условиях крупных или труднодоступных очагов возгораний [1пла]. Это требует внедрения инновационных решений, способных обеспечить оперативность, безопасность и снижение ущерба как для спасателей, так и для окружающей среды.

Современные научно-технические разработки, включая интеллектуальные системы обнаружения, автономные роботизированные устройства, инновационные огнетушащие составы и цифровые платформы управления рисками, значительно расширяют арсенал противопожарных средств брандиcapsула. Их применение позволяет не только своевременно выявлять очаги возгораний, но и эффективно локализовать и ликвидировать их с минимальными последствиями. Кроме того, такие технологии способствуют накоплению и анализу данных, что в долгосрочной перспективе повышает устойчивость систем пожарной безопасности за счёт совершенствования профилактических мер. В этом контексте особую актуальность приобретают технологии, сочетающие автономность применения, экологическую безопасность и высокую эффективность тушения, к числу которых относится инновационная огнетушащая капсула БРАНДСИС®[4;5].

Разработка БРАНДСИС® представляет собой компактное средство тушения, предназначенное для быстрого подавления пожаров классов А и В. Устройство рассчитано на широкий спектр применения, включая жилые, коммерческие, складские и транспортные объекты. Ключевой особенностью капсулы является её простота использования — для активации достаточно забросить капсулу в очаг возгорания, после чего происходит разрушение оболочки и высвобождение огнетушащего вещества. Благодаря этому технология доступна для применения не только профессионалами, но и широкой общественностью. Малый вес, компактные размеры, длительный срок хранения (до 5 лет без необходимости перезарядки) и работоспособность в широком температурном диапазоне от -15°C до +50°C обеспечивают высокую мобильность и универсальность средства. Используемые вещества в составе БРАНДСИС® являются нетоксичными и безопасными как для человека, так и для окружающей среды, а травмобезопасная конструкция исключает риск получения повреждений при использовании [5;8].

Анализ текущей ситуации в Республике Казахстан показывает высокую потребность в современных средствах пожаротушения, особенно в связи с сохранением значительного числа пожаров в жилом, общественном и промышленном секторах [1]. Внедрение БРАНДСИС® в практику может значительно повысить уровень пожарной безопасности, особенно на начальных стадиях возгораний, когда своевременная локализация играет критически важную роль. Капсула может рассматриваться как эффективное дополнение к существующим средствам, таким как огнетушители и гидранты, при этом обладая рядом преимуществ в плане простоты применения и доступности. Соответствие технологии принципам программы «Доступная среда» придаёт ей дополнительную социальную значимость, способствуя инклюзивности в обеспечении безопасности [5].



Рис. 1. Механизм пожаротушения огнетушащих капсул.

Химический состав огнетушащих капсул БРАНДСИС® и возможности их производства в Казахстане

Огнетушащие капсулы БРАНДСИС® представляют собой инновационное средство локализации и ликвидации возгораний, эффективность которого обусловлена его химическим составом и техническими характеристиками. Основу капсул составляет активное вещество Брандсис® 1230 (ФК-5-1-12), представляющее собой фторсодержащее соединение с химической формулой $C_6F_{12}O$ (додекафтор-2-метилпентан-3-он) [8]. Это вещество эффективно подавляет процессы горения благодаря своей способности быстро снижать температуру в зоне пламени и блокировать цепные реакции, поддерживающие горение. В качестве дополнительных компонентов в капсулах могут применяться хладон 227ea (HFC-227ea), который используется для объемного пожаротушения, безопасен для электроники и не проводит электрический ток; порошковые добавки на основе аммонийных и фосфорсодержащих соединений, предназначенные для предотвращения повторного воспламенения; а также стабилизаторы, обеспечивающие долгосрочное сохранение свойств вещества без химического разложения [2,8]. Комплексный состав огнетушащей смеси обуславливает широкий спектр действия капсул: они эффективны против пожаров классов А, В, С и Е, включая возгорания, связанные с электрооборудованием.

Важным преимуществом капсул БРАНДСИС® является их безопасность: применяемые вещества не являются токсичными, не обладают коррозионной активностью, не причиняют вреда здоровью человека и не наносят ущерба окружающей среде. Это позволяет отнести их к экологически чистым и безопасным средствам пожаротушения, соответствующим международным экологическим и техническим стандартам. Устройство отличается автономностью применения: для его использования не требуется специального оборудования или профессиональных навыков, что значительно расширяет сферу применения — от бытовых условий до промышленных объектов.

С точки зрения производственного потенциала, Республика Казахстан обладает всеми необходимыми ресурсами для локализации и налаживания серийного производства огнетушащих капсул, аналогичных БРАНДСИС®. Прежде всего, в стране имеется доступ к основным видам сырья. Химическая промышленность Казахстана достаточно развита, что позволяет производить фторсодержащие соединения, входящие в состав активных компонентов. Также доступны сырьевые ресурсы для производства порошковых добавок — аммонийных и фосфорсодержащих веществ, которые широко применяются в противопожарных системах. Производство хладонов, хоть и требует более высоких технологических мощностей, может быть организовано при наличии инвестиций и соответствующего оборудования.

Кроме наличия сырьевой базы, Казахстан располагает технологической инфраструктурой, необходимой для производства огнетушащих капсул. В стране действуют химические лаборатории, которые могут быть адаптированы для разработки и тестирования новых огнетушащих составов, а также существуют предприятия, способные обеспечить смешивание, фасовку и упаковку химических компонентов. Наличие производственных линий по выпуску пластиковых оболочек позволяет наладить выпуск готовой продукции на базе уже существующих мощностей. В совокупности эти условия создают

прочную основу для развития собственного производства противопожарных средств, что не только повысит уровень пожарной безопасности на национальном уровне, но и будет способствовать укреплению производственного сектора экономики, созданию новых рабочих мест и снижению зависимости от импорта.

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) как средство тушения пожаров

Современные технологии активно внедряются в различные сферы жизни, и одной из наиболее перспективных областей их применения является борьба с пожарами и проведение спасательных операций. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали незаменимым инструментом для тушения пожаров, спасения людей и даже транспортировки на воде [1]. Их использование позволяет значительно повысить эффективность работы спасательных служб, сократить время реагирования и минимизировать риски для жизни и здоровья людей.



Рис. 2. Пример БПЛА.

Беспилотные системы применяются на всех этапах ликвидации возгораний: от обнаружения очагов до доставки огнетушащих веществ. Рассмотрим ключевые аспекты их использования:

1. Обнаружение и мониторинг

Одной из главных задач БПЛА является обнаружение очагов пожара на ранних стадиях. Современные дроны оснащены тепловизорами, которые позволяют выявлять возгорания даже в условиях сильного задымления или в ночное время. Например, российский беспилотник «Геоскан 801» успешно применяется для мониторинга лесных пожаров [7]. Он патрулирует территории, определяет границы распространения огня и прокладывает безопасные маршруты для наземных подразделений пожарной охраны.

2. Локализация и тушение

БАС также используются для непосредственного тушения пожаров. Некоторые модели, такие как китайский JC19, способны доставлять огнетушащие «бомбы», которые эффективно справляются с возгораниями в высотных зданиях и на открытых территориях. Эти устройства могут пробивать стекла и другие препятствия, обеспечивая быстрое проникновение огнетушащих веществ в очаг возгорания.

3. Координация действий

Программное обеспечение, такое как DJI FlightHub 2, позволяет управлять несколькими дронами одновременно, распределяя зоны поиска и синхронизируя действия спасателей. Это значительно повышает эффективность работы и сокращает время, необходимое для ликвидации пожара.

Беспилотные системы также играют важную роль в спасении людей, особенно в труднодоступных местах или в условиях чрезвычайных ситуаций. Например, дроны могут доставлять спасательные средства, такие как спасательные круги или аптечки, людям, оказавшимся в воде или в зоне стихийного бедствия. Кроме того, БАС используются для поиска пропавших без вести, что особенно актуально в лесах, горах или на больших водных пространствах.

Внедрение БПЛА в практику спасательных служб открывает новые горизонты для повышения безопасности и эффективности работы. В будущем можно ожидать дальнейшего развития технологий, включая увеличение автономности дронов, улучшение их грузоподъемности и расширение функциональных возможностей.

Симбиоз технологий: БРАНДСИС® и БПЛА

Сочетание огнетушащих капсул БРАНДСИС® и беспилотных авиационных систем открывает новые возможности для локализации и ликвидации пожаров. БПЛА могут доставлять капсулы в труднодоступные места, где использование традиционных средств пожаротушения затруднено. Например, в случае лесных пожаров дроны могут сбрасывать капсулы в очаги возгорания, предотвращая распространение огня. В городских условиях БПЛА могут использоваться для тушения пожаров на высотных зданиях, где доступ для пожарных команд ограничен.

Преимущества совместного использования

1. Оперативность

БПЛА позволяют оперативно доставлять огнетушащие капсулы в очаг возгорания, что критически важно для локализации пожара на его начальной стадии.

Сочетание огнетушащих капсул БРАНДСИС® и БПЛА представляет собой инновационное решение, которое может значительно повысить эффективность борьбы с пожарами.

2. Безопасность

Использование дронов минимизирует риски для спасателей, которые больше не обязаны подвергать себя опасности в зоне возгорания.

3. Эффективность

Совместное использование БРАНДСИС® и БПЛА позволяет быстро локализовать и ликвидировать возгорания, предотвращая их распространение.

4. Универсальность

Такое сочетание технологий может применяться в различных условиях: в лесах, на воде, в городской среде и даже в труднодоступных районах.

В Казахстане, где пожары в жилых и общественных зданиях, а также на производственных объектах остаются серьезной проблемой, внедрение таких технологий могло бы значительно повысить уровень безопасности. БРАНДСИС® и БПЛА могут стать эффективным дополнением к традиционным средствам пожаротушения, таким как огнетушители и пожарные гидранты. Их простота и доступность делают их идеальным решением для использования в домах, школах, больницах, офисах и других местах массового пребывания людей.

Для успешного внедрения необходимо провести информационную работу среди населения и бизнеса, а также организовать сотрудничество с местными производителями и дистрибьюторами. Важным шагом станет проведение сертификации продукции в соответствии с национальными стандартами и получение рекомендаций от органов МЧС РК.

Интеграция огнетушащих капсул с технологиями беспилотной авиации представляет собой перспективное направление, способное существенно повысить эффективность пожаротушения и минимизировать человеческие потери. Их совместное использование позволяет оперативно локализовать и ликвидировать возгорания, минимизируя риски для людей и имущества. Внедрение таких технологий в Казахстане может стать важным шагом на пути к созданию более безопасной и устойчивой среды для всех.

Список использованных источников

1. Мельников В. Ю. пожаротушение с использованием дронов: обзор современных решений «пожарно-спасательные технологии» — 2022. — № 4. — 15-23 с
2. Зарубин А. С. Современные огнетушащие составы и их использование в автономных системах пожаротушения «противопожарная защита» — 2022. — № 1. — 12-19 страницы.
3. Пожаротушение с применением БПЛА и капсул // EduFire37: сайт. – URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/782> (дата обращения: 10.02.2025).
4. Огнетушащая капсула BRANDSIS® // ОСК Групп: сайт. – URL: <https://holding.oskgroup.ru/solutions/ognetushashchaya-kapsula/> (дата обращения: 15.02.2025).
5. Огнетушащая капсула BRANDSIS® // ОСК Групп: сайт. – URL: <https://holding.oskgroup.ru/solutions/ognetushashchaya-kapsula/> (дата обращения: 20.02.2025).
6. Программное обеспечение DJI FlightHub 2 // Drone.kz: сайт. – URL: https://www.drone.com.kz/soft/programmnoe_obespechenie_dji_flighthub_2/ (дата обращения: 05.03.2025).
7. Создан первый отечественный комплекс для видеомониторинга пожарной обстановки // Geoscan: сайт. – URL: <https://www.geoscan.ru/ru/press-releases/sozdan-pervyy-otechestvennyy-kompleks-dlya-videomonitoringa-pozharnoy-obstanovki-s> (дата обращения: 10.03.2025).
8. Огнетушащее вещество FK-5-1-12 // ОСК Групп: сайт. – URL: <https://holding.oskgroup.ru/solutions/fire-agent/fk-5-1-12/> (дата обращения: 12.03.2025).

Статья поступила в редакцию 26.03.2025; одобрена после рецензирования 27.05.2025; принята к публикации 20.06.2025.

The article was submitted 26.03.2025, approved after reviewing 27.05.2025, accepted for publication 20.06.2025.