

УДК 614.842:847

doi: 10.37657/vniipo.avpb.2023.55.74.003

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЖАРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОЛЕСТНИЦ (АВТОПОДЪЕМНИКОВ)

Алексей Анатольевич Лопухов, Игорь Михайлович Лукацкий, Евгений Владимирович Валяев, Владимир Иванович Ершов, Евгения Андреевна Шишкина

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос расширения возможностей пожарных подразделений по тушению пожаров в высотных зданиях и сооружениях с применением беспилотных авиационных систем (БАС). Актуальность темы обусловлена потребностью поиска способов, обеспечивающих достижение максимальной высоты пожаротушения с использованием рукавной линии подачи в очаг горения огнетушащих веществ от наземных источников при существующей грузоподъемности современных или перспективных беспилотных воздушных судов (БВС). Оценены возможности по решению данной задачи путем применения автолестниц (автоподъемников) для поддержки части рукавной линии в целях разгрузки БВС.

Ключевые слова: здание повышенной этажности, пожар, беспилотная авиационная система, огнетушащее вещество, рукавная линия, автолестница, автоподъемник

Для цитирования: Лопухов А.А., Лукацкий И.М., Валяев Е.В., Ершов В.И., Шишкина Е.А. Оценка возможностей пожарных беспилотных авиационных систем по тушению пожаров в высотных зданиях с использованием автолестниц (автоподъемников) // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2023. № 2 (16). С. 26–32. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.55.74.003>.

ASSESSMENT OF CAPABILITIES OF FIRE-FIGHTING UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS TO EXTINGUISH FIRES IN HIGH-RISE BUILDINGS USING LADDER TRUCKS (ELEVATING PLATFORM TRUCKS)

Aleksey A. Lopukhov, Igor M. Lukatskiy, Evgeniy V. Valyaev, Vladimir I. Ershov, Evgeniya A. Shishkina

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article deals with the issue of expanding the capabilities of fire units to extinguish fires in high-rise buildings and structures using unmanned aircraft systems (UAS). The relevance of the topic is due to the need to find ways to achieve the maximum height of fire extinguishing using a hose line for supplying fire extinguishing agents to the fire seat from ground sources taking into account the existing payload capacity of modern or promising unmanned aerial vehicles (UAVs). There are evaluated

the capabilities of solving this problem using ladder trucks (elevating platform trucks) to support part of the hose line in order to unload the UAV.

Keywords: high-rise building, fire, unmanned aircraft system, fire extinguishing agent, hose line, ladder truck, elevating platform truck

For citation: Lopukhov A.A., Lukatskiy I.M., Valyaev E.V., Ershov V.I., Shishkina E.A. Assessment of capabilities of fire-fighting unmanned aircraft systems to extinguish fires in high-rise buildings using ladder trucks (elevating platform trucks). Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2023, no. 2, pp. 26-32. (In Russ.). <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.55.74.003>.

Введение

В МЧС России, как и в спасательных службах многих стран, все более широкое применение получают беспилотные авиационные системы (БАС). В основном БАС используются для решения таких задач, как разведка и мониторинг обстановки, контроль технического состояния объектов, их безопасности и функционирования, фото- и видеосъемка объектов и места чрезвычайной ситуации, транспортировка малогабаритных грузов, авиационное обеспечение связи и т. д. В последнее время появляются проекты по применению БАС для непосредственного тушения пожаров в высотных зданиях и сооружениях в качестве мобильных средств подачи огнетушащих веществ (ОВ) в очаг возгорания. При этом в МЧС России наибольший интерес вызывают технологии подачи жидких растворов ОВ от наземных источников с использованием поддерживаемых беспилотными воздушными судами (БВС) рукавных линий, внедрение которых может обеспечить осуществление непрерывного, неограниченного по времени и ресурсам процесса пожаротушения. Данному способу пожаротушения в высотных зданиях и сооружениях посвящены проекты конструкторского бюро «Искатель» Московского авиационного института, Уральского института ГПС МЧС России и компании MOL'T Geo, ООО «Петров Инжиниринг» и ООО «Центр противопожарных услуг», Национального исследовательского МГСУ и ООО «Аура». Однако до полной практической завершенности эти проекты пока не доведены. Одной из причин этого, по мнению авторов статьи, является и то, что пока не найдены приемлемые решения возникающей проблемы несоответствия располагаемой грузоподъемности беспилотных воздушных судов (БВС) и потребной массы бортового пожарного оборудования. Решению данной проблемы посвящен материал настоящей статьи, в которой рассматривается один из возможных способов расширения возможностей БАС по доставке ОВ в очаг пожара от наземных источников за счет частичной разгрузки БВС путем поддержки части рукавной линии, закрепленной на рабочей площадке автолестницы (автоподъемника).

1. Возможности насосно-рукавной системы пожарных БАС подачи водных растворов ОВ в очаг возгорания от наземных источников

К основным показателям, определяющим возможности насосно-рукавной системы подачи огнетушащих водных растворов в очаг пожара высотного здания от наземных источников с использованием БАС, относятся:

- масса бортового пожарного оборудования;
 - максимальная высота тушения пожара;
 - производительность пожарного оборудования, оцениваемая расходом ОВ (воды);
 - длина компактной струи ОВ, вытекающей из пожарного ствола.
- Величины перечисленных показателей связаны между собой математиче-

скими зависимостями гидравлического и массового расчета [1]. В графическом виде эти взаимосвязи представлены на рис. 1.

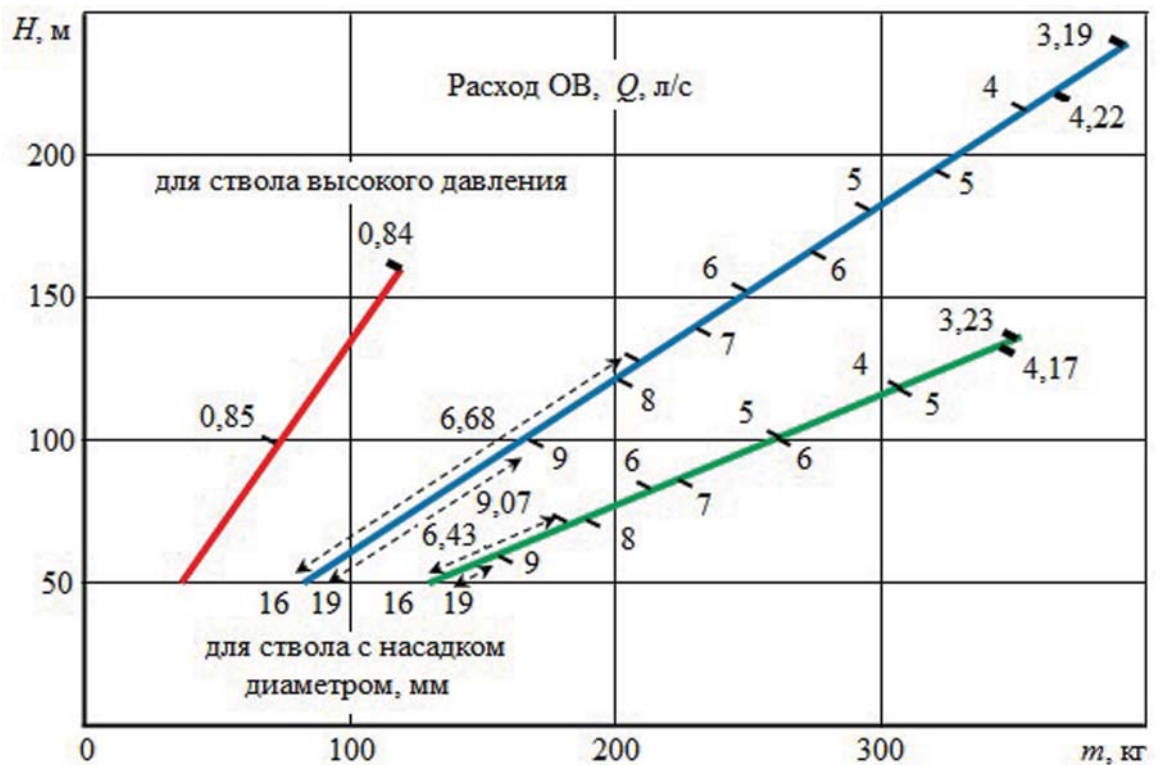


Рис. 1. График взаимосвязи возможностей БВС по максимальной высоте H пожаротушения, расходу воды Q и массе t пожарного оборудования для рукавных систем:

- — высокого давления (диаметром 12 мм);
- — с внутренним диаметром 38 мм;
- — с внутренним диаметром 51 мм

Представленная на рисунке информация имеет следующие особенности: графики представлены для высот пожаротушения более 50 м, так как именно для этих высот целесообразно применение пожарных БАС;

графики представлены для длин компактной струи ОВ не менее 11 м, так как эта величина в соответствии с материалами работы [2] принята в качестве минимально допустимой. Именно из условия снижения длины компактной струи до 11 м ограничиваются графики по максимальной высоте пожаротушения;

рассматриваются рукавные системы наименьших внутренних диаметров (до 51 мм), обеспечивающие меньшую массу пожарного оборудования. Данные для рукавной системы диаметром 25 мм не представлены, ввиду того, что длина компактной струи при ее использовании с допустимым напором насосной станции 1,6 МПа достигает величины 11 м на высоте менее 50 м;

части графиков, отмеченные пунктирными линиями, соответствуют рабочему давлению перед пожарным стволом 0,6 МПа и соответствующему ему максимальному расходу ОВ.

Анализ результатов расчетов, представленных на рис. 1, показывает, что при грузоподъемности (55–150 кг) находящихся еще на стадии разработки БВС, представленных во введении, возможности по высоте авиационного пожаротушения в высотных зданиях с использованием БАС весьма ограничены.

Следует отметить, что в настоящее время, как в зарубежных, так и отечественных компаниях ведутся разработки перспективных БАС, масса полезной

нагрузки которых приближаются к 300 кг [3]. В качестве примера следует привести БАС вертолетного типа SH-750 российской компании «Аэромакс» [4]. Несмотря на заявление, что модель может использоваться при тушении пожаров, в основном она предназначена для доставки грузов. Вместе с этим и эта БАС находится на стадии разработки, а тестовые полеты первой модели только ожидаются.

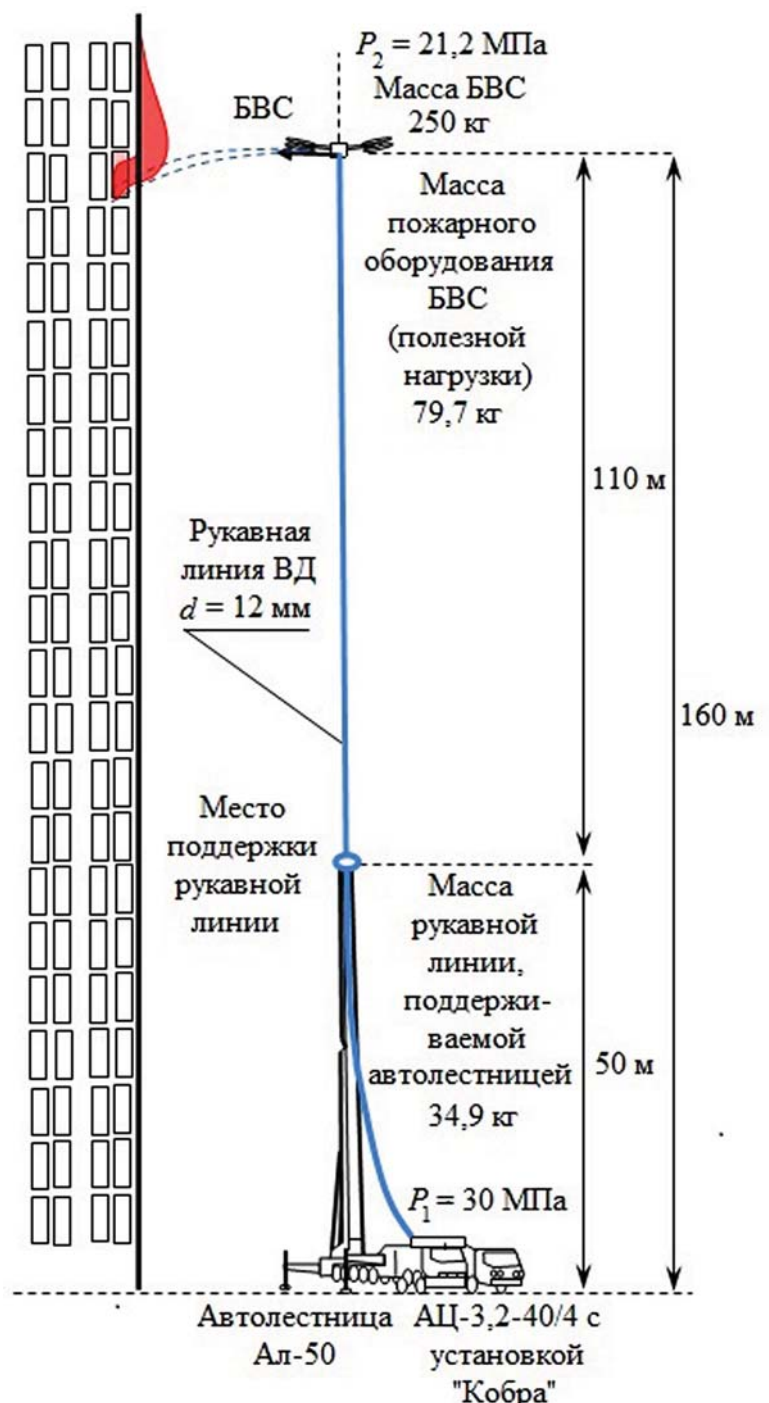
Анализ тенденций развития пожарных БАС показывает, что в первую очередь следует рассчитывать на появление пожарных БАС – мультикоптеров, в разработке которых принимают участие организации МЧС России, грузоподъемностью 55–150 кг. Поэтому на первых шагах освоения тушения пожаров в высотных зданиях и сооружениях с использованием БАС возникнут задачи поиска способов повышения возможностей насосно-рукавной системы подачи ОВ.

2. Повышение возможностей насосно-рукавной системы пожарных БАС подачи ОВ в очаг пожара путем применения автолестниц

Одним из путей повышения возможностей насосно-рукавной системы подачи ОВ является дополнительная поддержка части рукавной системы (включая трос и кабель) какими-либо другими техническими устройствами, например, пожарной лестницей (рис. 2).

В этом случае схема для гидравлического расчета не изменяется, вследствие чего максимальная высота пожаротушения, расход и длина струи ОВ, а также сила реакции ствола не изменятся. Уменьшится только потребная грузоподъемность БВС.

Рис. 2. Схема тушения пожара в высотном здании с применением БАС при подаче воды по линии высокого давления от пожарной автоцистерны АЦ-3,2-40/4 с установкой пожаротушения «Кобра» с использованием автолестницы АЛ-50



Так, уменьшение потребной грузоподъемности БВС, приходящееся на 1 метр высоты поддержки, составит: для рукава высокого давления (ВД) с внутренним диаметром 12 мм – 0,725 кг; для традиционных пожарных рукавов с внутренним диаметром 38 мм – 1,594 кг; 51 мм – 2,613 кг.

В таблице представлены результаты расчета вариантов применения автолестниц АЛ-50, АЛ-70 и автоподъемника Bronto Skylift F 112 HLA компании Bronto (Финляндия), обеспечивающего самый большой в мире подъем (112 м) рабочей платформы (грузоподъемность – 700 кг) [5], для поддержки рукавных линий ВД, линий с внутренним диаметром 38 и 51 мм. Расчеты выполнены с учетом оптимизации диаметра троса, поддерживающего рукавную линию, с целью минимизации массы пожарного оборудования.

Характеристики возможных вариантов применения автолестниц для поддержки рукавных линий при тушении пожара в высотном здании с использованием БАС

Автолестница (автоподъемник)	Ал-50	Ал-70	Bronto Skylift F 112 HLA
Высота подъема рабочей платформы, м	50	70	112
Рукавная линия ВД с внутренним диаметром 12 мм, высота пожаротушения 160 м (напор насосной станции 30 МПа), потребная масса пожарного оборудования без использования автолестниц составляет 119,0 кг			
Масса пожарного оборудования общая, кг	114,6	114,6	114,6
Масса пожарного оборуд. на автолестнице, кг	34,9	48,9	78,1
Масса пожарного оборудования на БВС, кг	79,7	65,7	36,5
Рукавная линия с внутренним диаметром 38 мм, высота пожаротушения 220 м (напор насосной станции 3 МПа), потребная масса пожарного оборудования без использования автолестниц составляет 360,6 кг			
Масса пожарного оборудования общая, кг	352,2	352,2	346,0
Масса пожарного оборуд. на автолестнице, кг	79,7	111,6	175,4
Масса пожарного оборудования на БВС, кг	272,5	240,6	170,6
Рукавная линия с внутренним диаметром 51 мм, высота пожаротушения 128 м (напор насосной станции 1,6 МПа), потребная масса пожарного оборудования без использования автолестниц составляет 340,8 кг			
Масса пожарного оборудования общая, кг	335,9	335,9	335,9
Масса пожарного оборуд. на автолестнице, кг	130,6	182,9	292,6
Масса пожарного оборудования на БВС, кг	205,3	153,0	43,3

Из таблицы видно, что применение автолестниц (автоподъемников) позволяет уменьшить требуемую грузоподъемность БВС на 39–83 кг при использовании рукавов ВД, на 98–190 кг при использовании рукавов диаметром 38 мм и на 136–298 кг – 51 мм.

При этом максимальная высота (160 м) доставки в очаг горения воды и водных растворов ОВ от наземных источников с использованием БАС и насосно-рукавной линии ВД при тушении пожаров в высотных зданиях и сооружениях может быть достигнута при применении существующей в настоящее время техники:

1) демонстратора вертикально взлетающей платформы, разработанного компанией ООО «Петров Инжиниринг» во взаимодействии с ООО «Центр про-

тивопожарных услуг» (полезная нагрузка – 100 кг, взлетная масса – 250 кг), и автолестниц Ал-50 (см. рис. 2) и Ал-70;

2) БАС DJI Agras T40 (Китай) [6] с массой целевой нагрузки, равной 40 кг (полная масса БВС – 90 кг), и автоподъемника Bronto Skylift F 112 HLA.

В целом взаимосвязь между возможностями пожарных БАС по высоте пожаротушения в высотных зданиях и располагаемой массой пожарного оборудования БВС при использовании автолестниц Ал-50 и Ал-70 в графической форме представлены на рис. 3.

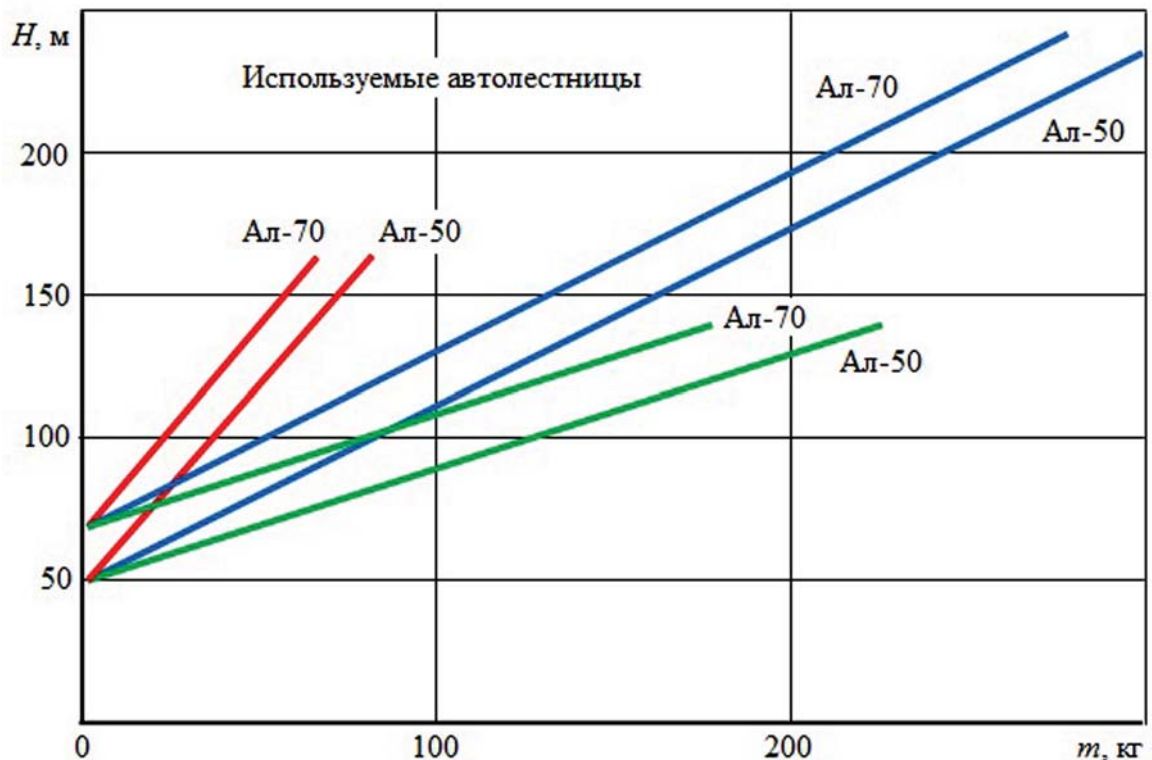


Рис. 3. График взаимосвязи возможностей БВС по максимальной высоте H пожаротушения и массе m пожарного оборудования при использовании автолестниц для рукавных линий:

- – высокого давления (диаметром 12 мм);
- – с внутренним диаметром 38 мм;
- – с внутренним диаметром 51 мм

Заключение

Представленные в статье результаты расчетов показывают, что использование автолестниц и автоподъемников в качестве средств поддержки части рукавной линии способствует повышению возможности применения БАС для выполнения функций мобильного средства подачи ОВ от наземных источников в очаг пожара в высотных зданиях и сооружениях. При этом в случае использования насосно-рукавных систем высокого давления реализовать эти возможности можно даже при использовании существующей в настоящее время техники с ограниченной располагаемой полезной нагрузкой БВС, которые могут применяться для пожаротушения. При применении в перспективе пожарных БАС с полезной нагрузкой 300 кг использование автолестниц Ал-50 и Ал-70 обеспечит полную реализацию возможностей по подаче водных растворов ОВ наземными насосными станциями по рукавным линиям с внутренним диаметром 38 и 51 мм.

Список литературы

1. Воротынцев Ю.П., Качалов А.А., Абросимов Ю.Г. и др. Гидравлика и противопожарное водоснабжение: учебник / под ред. Ю.Г. Абросимова. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. 392 с.
2. Исследование и оценка возможностей беспилотных авиационных систем по тушению пожаров в высотных зданиях и сооружениях: окончательный отчет о НИР. Лопухов А.А., Ершов В.И., Осипов Ю.Н. и др. М.: ВНИИПО, 2022. 228 с.
3. BAE Systems создает многофункциональный дрон для армии с грузоподъемностью 300 кг. URL: <https://hightech.plus/2021/09/19/bae-177-systems-sozdaet-mnogofunkcionalnii-dron-dlya-armii-s-gruzopodemnostyu-300-kg> (дата обращения: 17.11.2022 г.).
4. Аэромаркс. Беспилотный грузовой вертолет SH-750. URL: <https://www.aeromax-group.ru/produkcija/bas-vertolyotnogo-tipa/sh-750/> (дата обращения: 20.02.2023 г.).
5. Телескопический автоподъемник Bronto Skylift F 112 HLA. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/teleskopicheskiy-avtopodemnik-brontoskylift-f-112-hla/> (дата обращения: 17.11.2022 г.).
6. Мощный флагман AGRAS T40 в сельском хозяйстве от DJI. URL: <https://bvs-agro.ru/agrast40> (дата обращения: 17.11.2022 г.).

**Статья поступила в редакцию 20.03.2023;
одобрена после рецензирования 27.03.2023;
принята к публикации 03.04.2023.**

Лопухов Алексей Анатольевич – кандидат технических наук, начальник отдела; **Лукацкий Игорь Михайлович** – заместитель начальника отдела; **Вальяев Евгений Владимирович** – старший научный сотрудник, **Ершов Владимир Иванович** – кандидат военных наук, доцент, ведущий научный сотрудник; **Шишкина Евгения Андреевна** – младший научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Aleksey A. Lopukhov – Candidate of Technical Sciences, Head of Department; **Igor M. Lukatskiy** – Deputy Head of Department; **Evgeniy V. Valyaev** – Senior Researcher; **Vladimir I. Ershov** – Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Leading Researcher; **Evgeniya A. Shishkina** – Junior Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.