

Роботизированные установки пожаротушения — современные технологии пожаротушения с российским приоритетом

Юрий Иванович Горбань¹✉, Сергей Георгиевич Цариченко²

¹ Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР», г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Установки пожаротушения — это стационарные технические средства для тушения пожара, эволюция развития которых непосредственно связана с общим уровнем развития техники. В настоящее время наибольшее применение находят автоматические установки пожаротушения (АУП), среди них массово применяются спринклерные АУП, запатентованные в 1864 г. англичанином Гаррисоном, и новые системы — роботизированные установки пожаротушения (РУП). Целью статьи является анализ и тенденции развития установок пожаротушения, обоснование приоритета России в создании современных технологий пожаротушения на базе РУП.

Установки пожаротушения: от ручных средств до роботизированных. Спринклерное пожаротушение обладает существенными недостатками: низкой чувствительностью и большой инерционностью. Ствольная пожарная техника является одним из основных и наиболее мощных средств борьбы с пожарами. Тушение пожара производится пожарными ствольщиками, которые находятся в экстремальных условиях, опасных для жизни. С развитием техники начинают исследоваться вопросы замены человека при тушении пожаров. Во многих странах появились мобильные пожарные роботы. На практике широкое применение получили стационарные пожарные роботы. Первый стационарный пожарный робот в России был создан в 1984 г. для защиты музея «Кижы». Он принимал также участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Первая РУП была внедрена в 1989 г. на Ленинградской АЭС. Инженерным центром «ЭФЭР» при тесном взаимодействии с ВНИИПО МЧС России проводились научно-исследовательские работы по совершенствованию конструкции и системы управления, по созданию нормативно-правовой базы для РУП. По результатам этих работ Россия стала первой страной мира, где законодательно и нормативно введен новый вид автоматических установок пожаротушения — роботизированные установки пожаротушения. Требования к РУП установлены федеральным законом № 123-ФЗ, нормативными документами ГОСТ Р и сводами правил. Приоритет России в создании РУП закреплён целым рядом патентов.

Заключение. В нашей стране проведена большая многолетняя научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа, в результате которой появились новые технологии пожаротушения — роботизированные установки пожаротушения с российским приоритетом. В стране создана также нормативно-техническая база, построен завод пожарных роботов. Новые технологии пожаротушения на базе пожарных роботов получили широкое распространение и защищают уже тысячи значимых объектов страны.

Ключевые слова: автоматические установки пожаротушения (АУП); спринклерные установки пожаротушения; пожарные роботы; пожарный водопровод; баллистика струй

Для цитирования: Горбань Ю.И., Цариченко С.Г. Роботизированные установки пожаротушения — современные технологии пожаротушения с российским приоритетом // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2022. Т. 31. № 5. С. 54–66. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.05.54-66

✉ Горбань Юрий Иванович, e-mail: info@efer.pro

Robotic fire-fighting systems using advanced fire suppression technologies with Russian priority

Yuriy I. Gorban¹✉, Sergey G. Tsarichenko²

¹ Engineering Centre of Fire Robots Technology “FR”, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Fire suppression systems are stationary technical means designed for fire extinguishing. Their evolution relies on the general level of technological development. At present, automatic fire suppression systems

(AFSS) are most widely used; they include sprinkler AFSSs, patented in 1864 by Harrison, UK, as well as new robotic fire suppression systems (RFSS). The purpose of the article is to analyze the trends in the development of fire extinguishing systems, and substantiate Russia's priority in the development of advanced fire extinguishing technologies on the basis of robotic fire suppression systems (RFSS).

Fire suppression systems: from manually operated to robotic ones. Sprinkler fire extinguishing has significant drawbacks; they are low sensitivity and high inertia. Fire monitors are among the main most powerful means of firefighting. Fires are extinguished by firefighters who are in extreme life-threatening environments. The issue of replacing a person during fire extinguishing was studied. Mobile firefighting robots appear in many countries. In practice, stationary firefighting robots are widely used. The first stationary firefighting robot was invented in Russia in 1984 to protect the Kizhi Museum. It was also applied to liquidate the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant. The first RFSS was introduced at the Leningrad NPP in 1989. Acting in close cooperation with the VNIPO EMERCOM of Russia, FR Engineering Centre conducted research to improve the design and control system, establish the regulatory framework for the RFSS. As a result, Russia has become the first country in the world where a new type of automatic fire extinguishing systems, or robotic fire suppression systems, was introduced by the law. RFSS requirements are established by the Federal law No. 123-FZ, GOST R and Codes of Practice. Russia's priority right for the invention of RFSS is protected by a number of patents.

Conclusions. In our country, long-term research and development have been carried out to design new fire extinguishing technologies named robotic fire suppression systems. Regulatory and technical frameworks have also been established, and a firefighting robot plant has been built. Now new fire extinguishing technologies, involving firefighting robots, are widely spread; they protect thousands of significant facilities of the country.

Keywords: automatic fire suppression systems (AFSS); sprinkler fire extinguishing systems; firefighting robots; fire main; jet ballistics

For citation: Gorban Yu.I., Tsarichenko S.G. Robotic fire-fighting systems using advanced fire suppression technologies with Russian priority. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2022; 31(5):54-66. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.05.54-66 (rus).

✉ Yuriy Ivanovich Gorban, e-mail: info@efer.pro

Введение

Установки пожаротушения — это совокупность стационарных технических средств для тушения пожара [1]. Эволюция развития этих технических средств непосредственно связана с общим уровнем развития техники [2]. В настоящее время наибольшее применение находят автоматические установки пожаротушения (АУП), применение которых регламентировано сводом правил СП 485.1311500.2020 [1]. Среди них массово применяются sprinklerные установки пожаротушения ГОСТ Р 51043–2002¹. Перспективно развиваются и новые системы — роботизированные установки пожаротушения ГОСТ Р 53326–2009². Сравнительный анализ этих систем рассмотрен в статьях «Роботизированные установки пожаротушения — альтернатива традиционным водопенным системам пожаротушения» [3] и «От sprinklerов к пожарным мини-роботам» [4]. Целью статьи является анализ и тенденции развития установок пожаротушения, обоснование приоритета России в создании современных технологий пожаротушения — роботизированных установок пожаротушения, закрепленных патентами и нормативно-правовой базой по их применению для защиты объектов, предоставление информации об организации производства пожарных роботов

в России и о применении РУП для защиты значимых объектов страны.

Установки пожаротушения: от ручных средств до роботизированных

Установки пожаротушения составляют основу защиты пожароопасных объектов. В качестве огнетушащего вещества наиболее широко применяется вода как эффективное, доступное и экологически безвредное средство. Состав технических средств установок водяного пожаротушения невелик и включает в себя: *пожарную сигнализацию, насосную, подающую воду от источника водоснабжения, пожарный водопровод, устройства тушения.*

Установки пожаротушения и технические средства, в них входящие, имеют свою историю развития от первых ручных средств тушения до автоматических и роботизированных установок пожаротушения в наше время.

С древнейших времен люди сталкивались с огнем, считали его сверхъестественной силой и при пожаре в панике спасались бегством. Противостоять огненной стихии человек не мог, и организация пожарной службы в Древнем Риме сводилась к *пожарной сигнализации* — подаче сигналов тревоги при пожарах. По сути, это были своеобразные сигналы SOS — «Спасайтесь кто может!». Хотя уже

¹ ГОСТ Р 51043–2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний. Введ. 01.07.2003. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002.

² ГОСТ Р 53326–2009. Техника пожаротушения. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний. Введ. 01.01.2010. М. : Стандартинформ, 2009.

тогда был *водопровод*, «сработанный рабами Рима», но об использовании его как средства доставки воды для пожаротушения не было и речи [2].

В Средние века пожары с катастрофическими последствиями были частым явлением. Уровень развития общества позволял решать только некоторые вопросы противопожарной защиты, к которым можно отнести контроль обстановки с наблюдательных вышек, *подачу сигнала «тревога» для оповещения населения о пожаре, организацию доставки воды* к месту пожара путем введения обязательств извозчикам. Тушение же было делом самих домовладельцев, ремесленных и цеховых сообществ, в чьих хозяйствах случался пожар.

Организованная борьба с огнем началась, по существу, с XVIII века в ходе государственных преобразований и технических революций. Первая *установка водяного пожаротушения* была предложена в 1770 г. русским изобретателем К.Д. Фроловым, работавшим в рудоуправлении в Алтайском крае. Изобретение представляло собой стационарную *насосную установку с водопроводной сетью* для пожаротушения. Для водопровода тогда применялись кожаные клепаные рукава, на концах которых в качестве *устройств тушения* закреплялись длинные медные стволы. Это было большим достижением, так как до этого подача воды к месту пожара осуществлялась ведерными бригадами, передававшими воду из рук в руки в кожаных ведрах.

В 1806 г. англичанин Джон Кэри запатентовал *автоматическую установку пожаротушения*. Он предложил в защищаемом помещении проложить сеть трубопроводов от водонапорного бака, а на сети установить *устройства тушения* в виде оросителей с мелкими отверстиями. В защищаемом помещении протягивался горючий шнур, при перегорании которого открывался клапан, подающий воду. В 1864 г. англичанин Стюарт Гаррисон разработал *устройство тушения* — спринклерный ороситель. Дальнейшее развитие спринклерных установок связано с именами американцев Генри Пармели и Фредерика Гриннеля. В 1902 г. Гринель запатентовал конструкцию водосигнального клапана. Спринклеры представляют собой оросительные головки с тепловыми замками, вмонтированными в распределительные водозаполненные трубы. При срабатывании теплового замка от очага возгорания спринклер включается в работу, орошая распыленной водой площадь порядка 12 м². Конструкция этого устройства оказалась столь проста и надежна, что спринклеры нашли массовое применение практически на всех пожароопасных объектах: во всем мире их установлено около 1 млрд.

Вместе с тем спринклерное пожаротушение обладает двумя существенными недостатками: низкой чувствительностью и большой инерционностью. В ряде случаев это приводит к тому, что начало тушения происходит со значительной задержкой. При этом площадь пожара растет быстрее, чем площадь, орошаемая вскрывшимися спринклерами, что приводит к неконтролируемому развитию пожара. По имеющимся статистическим данным, более половины эксплуатируемых установок оказываются неэффективными и не выполняют задачу по ликвидации или сдерживанию пожара. Спринклерные оросители — одноразовые устройства, которые необходимо заменять после срабатывания. Это обстоятельство усложняет также проверку готовности системы. Кроме того, система может не активироваться даже после срабатывания пожарной сигнализации, настроенной на задымление, так как ключевым показателем является критическая температура в помещении. Решением данной проблемы является использование специальных спринклеров с принудительной системой активации, что приводит к необходимости прокладки дополнительного кабеля к каждому спринклеру [5].

Установленным порядком действий при пожаре на объекте при срабатывании автоматических установок пожаротушения предусматривается безусловный выезд подразделений пожарной охраны, которые выезжают на тушение в зависимости от ранга пожара с необходимым количеством ручных и лафетных стволов.

Ствольная пожарная техника является одним из основных и наиболее мощных средств борьбы с пожарами, стоящих на вооружении пожарных частей или входящих непосредственно в оснащение противопожарной защиты объектов. Как свидетельствует история пожарной охраны, тушение ни одного пожара не обходится без применения лафетных стволов. Их роль при тушении настолько велика, что даже масштабы пожара принято оценивать количеством задействованных лафетных стволов.

Тушение пожара производится пожарными ствольщиками, которые находятся в непосредственной близости от пожара, в экстремальных условиях, опасных для жизни.

С развитием техники начинают исследоваться вопросы замены человека при тушении пожаров.

Известны технические решения по автоматическому управлению стволом, см., например, а.с. № 370950 «Устройство для наведения огнетушащей струи на очаг пожара» (1970 г.) [6]. Устройство включает в себя датчики обнаружения возгорания с механическим сканированием, лафетный ствол, приводы наведения, блок управления. Система работает по жесткой логике с наведением струи

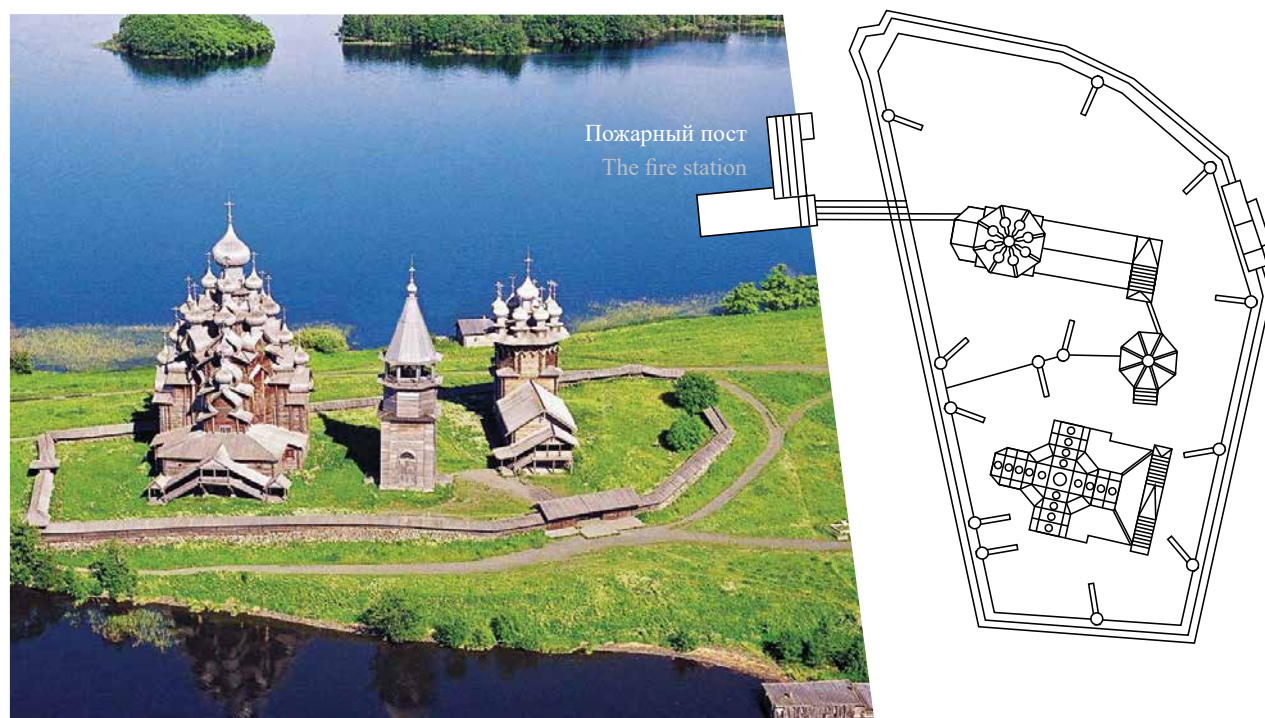


Рис. 1. Кижский погост

Fig. 1. The Kizhi churchyard

на первую точку срабатывания, имеет большую инерционность. Устройство по а.с. № 689683 «Автоматическая лафетная установка для тушения пожаров» (1977 г.) [7] работает также по жесткой логике. Оба предложенных устройства имеют громоздкую конструкцию, далекую от совершенства, и не нашли практического применения.

Распространение с 70-х гг. прошлого века устройств робототехники в различных сферах деятельности не обошло и пожарное дело. Во многих странах появились мобильные пожарные роботы. Решались в основном вопросы преодоления препятствий, навигации и разведки для обнаружения возгораний [8]. Однако их применение для тушения пожаров оказалось проблематичным. Даже для ствола небольшого расхода 20 л/с при тушении в течение часа — минимального нормативно установленного времени — потребуется 72 т воды. Везти такое количество воды технически сложно. Подключение же пожарных роботов пожарным рукавом к источнику воды резко снижает их маневренность.

На практике широкое применение получили стационарные пожарные роботы, установленные прямо на пожарном трубопроводе, которые имеют рабочую зону в радиусе действия струи R , что составляет, к примеру, $R = 100$ м при расходе 100 л/с.

Первый пожарный робот в нашей стране был создан в 1984 г. в Петрозаводске [9] для защиты памятников деревянного зодчества музея-заповедника «Кижи» (рис. 1, 2).

В разработке участвовали инженеры Ю. Горбань, Н. Попов, А. Соколов. Это была альтернатива спринклерной системе, которую было сложно технически применить для наружного пожаротушения. Пожарные роботы первого поколения приняли также непосредственное участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС [10].

На их базе в Петрозаводске также впервые была создана роботизированная установка пожаротушения РУП-С20-П1-2, с устройством технического зрения на базе телевизионной камеры ПТУ-45-1 по а.с. 1280418 (1985 г.) [11], которая прошла успешно межведомственные комплексные испытания и была рекомендована для применения



Рис. 2. Техническое совещание с участием головных организаций страны по пожарной безопасности

Fig. 2. An engineering meeting of representatives of Russia's leading fire safety organizations

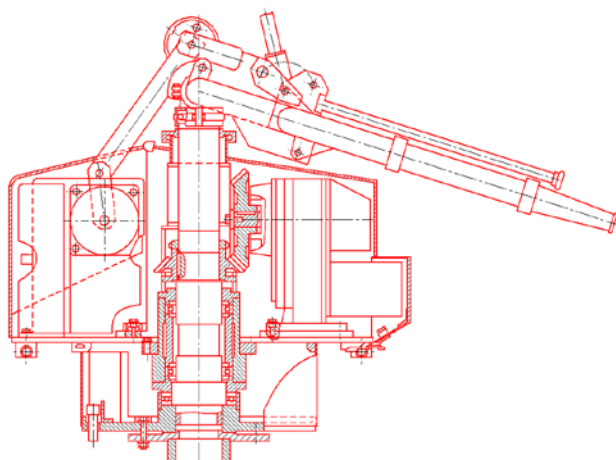


Рис. 3. РУП-С20-П1-2. Чертеж общего вида

Fig. 3. RFSS-S20-P1-2. General arrangement drawing

ния на различных объектах народного хозяйства. В 1987 г. эта роботизированная установка пожаротушения была удостоена золотой медали ВДНХ [10] (рис. 3, 4).

Проследим с этого времени дальнейшее развитие стационарных пожарных роботов и роботизированных установок пожаротушения по патентным исследованиям, определяющим достигнутый уровень техники. Изменения, конечно, большие. Достаточно сказать, что, если пожарный робот первого поколения с расходом 20 л/с весил 200 кг, то сейчас он весит не более 20 кг, так же как установленная мощность приводов стволов с расходом 60 л/с составляла 1,1 кВт, то сейчас — 0,12 кВт. Система управления в автоматическом режиме



Рис. 4. РУП-С20-П1-2. Блок управления, телекамера ПТУ-45-1, устройство технического зрения и видео-контрольное устройство

Fig. 4. RFSS-S20-P1-2. Control unit, TV-camera PTU-45-1, computer vision and video control devices

выполняла только функцию наведения на очаг возгорания, система же современного пожарного робота multifunctional, имеет элементы искусственного интеллекта для адаптации к быстроменяющейся обстановке пожара.

Конструкция была значительно облегчена, когда громоздкие зубчатые передачи были заменены на прямое вращение ствола исполнительными механизмами типа МЭО, см. а.с. № 1824207 (1990 г.) [12],

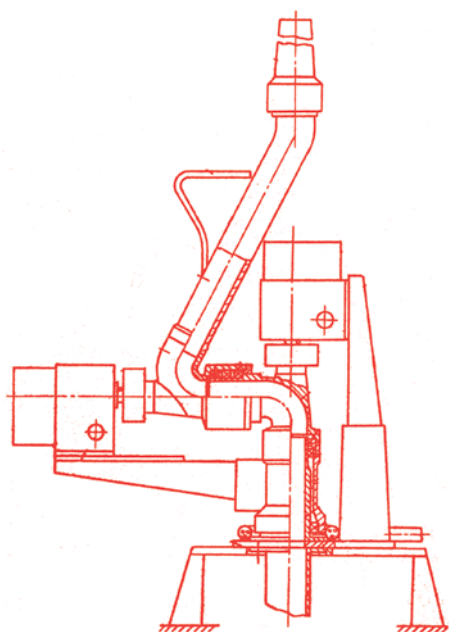
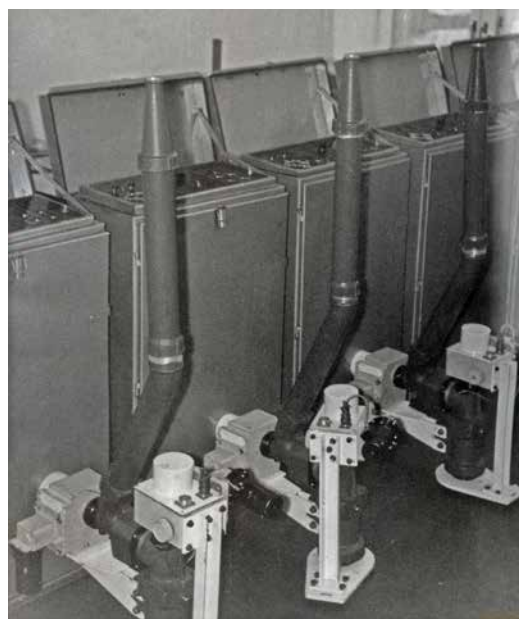


Рис. 5. Конструкция пожарного робота по патенту № 1824207

Fig. 5. The design of the firefighting robot according to Patent 1824207



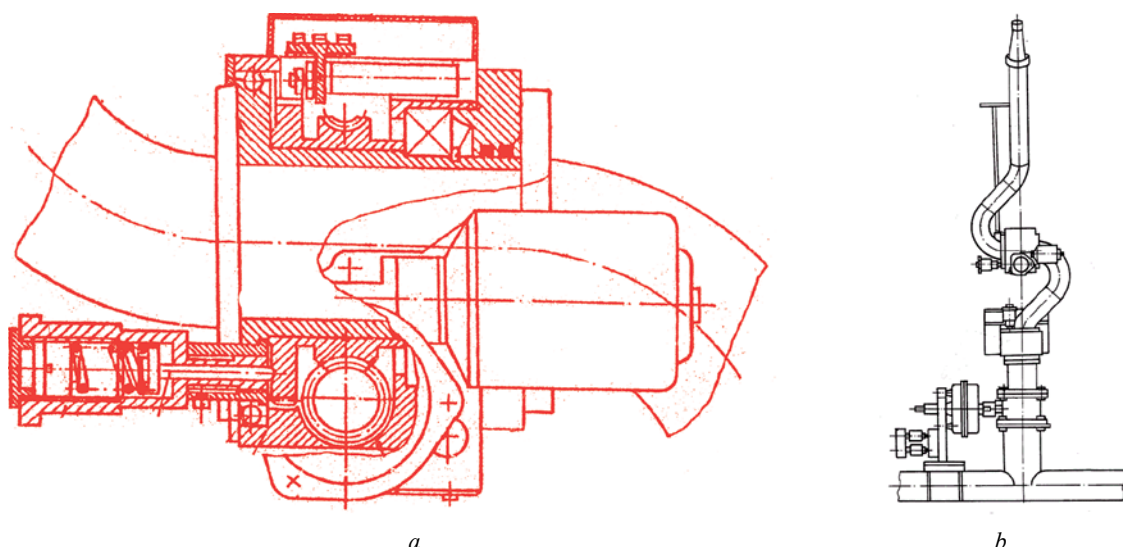


Рис. 6. Механизм наведения (а) и общий вид пожарного монитора (b)

Fig. 6. Guidance mechanism (a) and general view of the firefighting monitor (b)

(рис. 5). В этом варианте пожарные роботы, созданные в Петрозаводской лаборатории пожарных роботов, были успешно внедрены в 1989 г. для защиты машинных залов Ленинградской АЭС.

Вместе с тем сами покупные исполнительные механизмы были громоздкими и, по сути, диктующими параметры изделия в целом. В а.с. № 2050872 (1991 г.) [13] было предложено техническое решение, которое легло в основу уже современной конструкции пожарных роботов с использованием полого червячного колеса, встроенного в трубную конструкцию. Это решение, в совокупности с шарнирными шариковыми соединениями, позволило значительно снизить мощность приводов.

В целом получилось настолько рационально, что стало классическим решением, используемым

инженерами и в других странах (рис. 6). Пожарные роботы и лафетные стволы с дистанционным управлением в этом конструктиве начали изготавливаться на производственной базе Инженерного центра пожарной робототехники «ЭФЭР» с середины 90-х гг., а с начала 2000-х гг. — серийно.

Претерпела изменения водопоточная конструкция для перемещения струи в вертикальной плоскости, в которой традиционная трубная S-конструкция с общим числом поворотов трубы 540° заменена на шаровой поворотный канал с одним поворотом на 30°, см. патенты РФ № 2412733 (2009 г.) [14] и № 2661324 (2017 г.) [15]. В сочетании с удлиненным валом в конструкции по патенту РФ № 2375093 (2008 г.) [16] это также позволило значительно уменьшить весогабаритные показатели (рис. 7).

Патентом РФ № 2373980 (2008 г.) [17] разработан вариант пожарного робота на 3 степени подвижности, что позволяет менять точку наведения при ее перекрытии местными препятствиями.

Для стабилизации струи разработан насадок-автомат по патенту РФ № 2414270 (2009 г.) [18], автоматически поддерживающий напор при изменении расхода.

Для повышения дальности в струеформирующей части насадка введены конструктивные элементы с использованием гидродинамических эффектов по патенту РФ № 2700581 (2009 г.) [19], которые, в сочетании с коноидальными поверхностями, позволили повысить коэффициент прохода.

Эти введения были заложены в устройство пожарных роботов и определили его конструктивные признаки, см. патенты РФ № 90498 (2013 г.) [20] и № 124890 (2020 г.) [21] и рис. 8. Современный



Рис. 7. Лафетный ствол ЛСД-С40(20,30)Уш

Fig. 7. Fire monitor LSD-S40(20,30)Ush



Рис. 8. Пожарный робот ПР-ЛСД-С40(20,30)Уш-ИК-УФ-ТВ «FR-Master»

Fig. 8. Firefighting robot FR-LSD-S40(20,30)Ush-IR-UF-TV "FR-Master"

стационарный пожарный робот включает в себя рабочий орган в виде ствола с насадком, сенсорную часть и систему управления. Ствол имеет приводы управления пространственным положением и включает в себя подвижные звенья. Подвижные звенья конструктивно выполнены для возможности перемещения в них потока жидкой среды под давлением. Во внешнем виде пожарного робота сочетаются требования к эстетическому восприятию и условиям эксплуатации изделия. По сути, робот пожарный, предназначенный для замены пожарного ствольщика в опасных местах, должен эргономически соответствовать человеку в оперативной меняющейся обстановке и выполнять его команды. Промышленный дизайн изделия и применение шарового поворотного канала позволили создать компактную конструкцию, в которой все мелкие элементы, датчики, кабели заключены в защитную обтекаемую оболочку с выделенной головной частью с оптическими устройствами обнаружения загорания, со стволом-автоматом, гармонично вписанным в корпус. Принятое размещение оборудования в едином защищенном корпусе обеспечивает защиту от влияния внешней среды в виде температурных, климатических и механических воздействий.

Появился также новый вид малорасходных пожарных мини-роботов в потолочном исполнении, которые широко применяются в торгово-развлекательных центрах и местах с массовым пребыванием людей, см. патент РФ № 2699849 (2019 г.) [22] и рис. 9.

Стационарные пожарные роботы стали использоваться в функции автоматических установок пожаротушения. Впервые базовые компоненты, система программного управления с алгоритмом работы были запатентованы в составе роботизированных установок пожаротушения (РУП) патен-



Рис. 9. Пожарный робот ПР-ЛСД-С10(15,20)Уш-ИК

Fig. 9. Firefighting robot FR-LSD-S10(15,20)Ush-IR

тами РФ № 2128536 «Роботизированная установка пожаротушения» (1997 г.) [23] и № 2319530 «Роботизированный пожарный комплекс» (2005 г.) [24].

Все компоненты РУП представлены на рис. 10, *b*, которую тут же, на рис. 10, *a*, можно сравнить со спринклерной установкой пожаротушения. Водоснабжение подается магистральным трубопроводом только до пожарного робота. Далее доставка воды осуществляется адресно по воздуху — так, как это бы делал пожарный ствольщик. Рассмотрим РУП с насосной производительностью 20 л/с (значительно меньшей, чем у спринклерной установки — 30 л/с). Но на очаг возгорания попадает

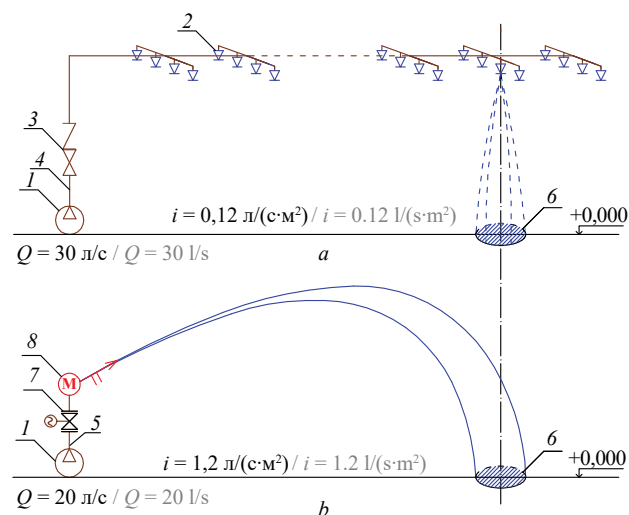


Рис. 10. Схемы спринклерной (*a*) и роботизированной установок пожаротушения (*b*): 1 — водопитатель (насосная); 2 — ороситель; 3 — узел управления; 4 — подводящий трубопровод; 5 — распределительный трубопровод; 6 — защищаемый участок, $S = 12 \text{ м}^2$; 7 — задвижка; 8 — пожарный робот

Fig. 10. Sprinkler (*a*) and robotic fire suppression systems (*b*) schemes: 1 — water feeder (pump station); 2 — sprinkler; 3 — control unit; 4 — supply pipeline; 5 — distribution pipeline; 6 — protected area, $S = 12 \text{ м}^2$; 7 — valve; 8 — firefighting robot

весь расход и интенсивность на той же площади 12 м², что и у спринклера, получается кратно выше. Площадь, защищаемая небольшим пожарным роботом с расходом 20 л/с и дальностью подачи струи 50 м, составляет более 7500 м² ($\pi R^2 = \pi \cdot 50^2$). Весь расход огнетушащего вещества (с учетом потерь) может быть направлен на очаг возгорания и обеспечивать интенсивность орошения более 1,2 л/(с·м²) на площади 12 м². Такая высокая интенсивность позволяет быстро подавлять огонь в ранней стадии развития пожара.

В спринклерных системах для защиты площади 7500 м² потребовалось бы около 650 оросителей и 3 км труб. Все эти материалы, включая стоимость монтажных работ на высоте, у РУП отсутствуют. Несмотря на то, что максимальный расход для спринклерных систем определен как 30 л/с для 2-й группы помещений, обеспечивается только фиксированная интенсивность орошения. Более высокую интенсивность, в отличие от РУП, спринклерная установка по своей конструкции обеспечить не может.

Одновременно с совершенствованием конструкции и системы управления Инженерным центром пожарной робототехники «ЭФЭР», при тесном взаимодействии с ВНИИПО МЧС России, проводились научно-исследовательские работы по созданию нормативно-правовой базы по применению роботизированных установок пожаротушения [25].

По результатам этих работ Россия стала первой страной мира, где законодательно и нормативно введен новый вид автоматических установок пожаротушения — роботизированные установки пожаротушения. Требования к РУП установлены федеральным законом № 123-ФЗ³, нормативными документами ГОСТ Р 53326–2009³, СП 485.1311500.2020 [1], ВНПБ 39-20⁴.

Приоритет России в создании роботизированных установок пожаротушения закреплен целым рядом патентов РФ, полученных по результатам проведения большого объема многолетних научно-исследовательских работ.

Насколько важны современные технологии, можно судить по отношению к ним на Западе: «Мы, народы Запада, ЕС и США, мы — властелины мира... но только пока мы контролируем передовые технологии... Если мы не сможем диктовать стандарты, мы потеряем власть», — Ж. Боррель, верховный представитель Евросоюза по иностранным делам и безопасности [26].

Роботизированные установки пожаротушения — это современные цифровые интеллектуальные системы управления, это новые подходы в технологии пожаротушения, основанные

на применении пожарных роботов, воплотивших в себе последние достижения науки и техники, которые значительно расширили технические возможности автоматических установок пожаротушения. Они кардинально меняют подход к организации процесса тушения, в основе которого сочетание принципов автоматического управления и алгоритмов управления поведением пожарных роботов в условиях недетерминированной среды в меняющейся обстановке пожара. В эти алгоритмы заложены эффективные технологии пожаротушения и профессиональные приемы, используемые пожарными ствольщиками, апробированные на практике.

Рассмотрим круг задач, решаемых РУП, формирующих их функциональные возможности и принятые технические решения по реализации этих задач, подтвержденные патентами.

1. Готовность

Соблюдение 100%-ной готовности к защите объекта обеспечивается 100%-ным резервированием, надежностью и самотестированием всех элементов, с регистрацией событий на удаленном сервере с санкционированным доступом, исключая человеческий фактор. Патент РФ № 2677622 [27].

2. Предупредительный мониторинг

Предупреждение о наличии аномально нагретых зон, предшествующих загоранию. Пожарный робот ведет наблюдение в ИК-диапазоне и при температуре, близкой к возгоранию, в местах вероятного нагрева (кабели, электрооборудование и др.), сообщает о месторасположении аварийного участка. Патент РФ № 2736432 [28].

3. Наведение по координатам

Основная задача пожарного робота — определение координат очага возгорания и тушение его струей. Координаты очага определяются по данным датчиков наведения в ИК- и УФ-диапазоне и расстояния. Струя наводится по баллистической траектории с учетом базы данных реальных траекторий струй. Патент РФ № 2128536 [29].

4. Раннее обнаружение, быстрое тушение

Определить очаг загорания в начальной стадии и тушить всем расходом (мечта пожарного). Для пожарного робота норма — обнаружить очаг загорания 0,1 м² и тушить его всем расходом. При таком сосредоточении мощности потушить очаг в начальной стадии — решаемая задача. Патент РФ № 2739390 [30].

5. Контроль развития и тушения пожара

Следить за меняющейся пожарной обстановкой. При отсутствии признаков пожара тушение прекра-

³ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.

⁴ ВНПБ 39-20. Роботизированные установки пожаротушения. Нормы и правила проектирования.

щается, и система переходит в режим мониторинга. Патент РФ № 2424837 [31].

6. Целевое применение воды

Вода подается только в направлении огня, не причиняя ущерб от воздействия избыточной воды участкам, не подверженным действию огня. При выходе из зоны горения включается быстродействующий клапан перекрытия потока. Патент РФ № 2699849 [22].

7. Контроль наведения струи на очаг

Распознавание струи и введение обратной связи по положению струи относительно очага возгорания. Корректировка наведения струи при ее отклонении от очага возгорания. Патент РФ № 2433847 [32]. Европатент № 2599525 [33].

8. Эффективное тушение

Тушение эффективной частью струи горячей поверхности очага. Эффективность тушения при циклическом тушении строчным сканированием струи по площади обеспечивается равномерностью подачи, определяемой правильно выбранным шагом сканирования, который приравняется к размеру эффективной части струи с наиболее высокой интенсивностью орошения. Патент РФ № 2739820 [34].

9. Живучесть системы

Высокая живучесть достигается 100%-ным резервированием с глубоким эшелонированием функциональных органов управления. На смену роботу, вышедшему из строя, приходит второй. При отказе автоматической системы производится переход на дистанционный режим, при отказе дистанционного — на ручной. Авторское свидетельство СССР № 2050872 [13], патент РФ № 2128536 [23].

10. Связь с РУП

В течение срока службы производится сбор данных о состоянии системы, с возможностью обновления программы и управления РУП в удаленном доступе. Патент РФ № 2677622 [27].

11. Интеграция с другими системами

Интеграция в базовую систему РУП других систем пожаротушения с применением единой системы определения координат возгорания, патент РФ № 2760650 [35].

12. Комплексное решение многофункциональных задач

Комплексное обеспечение полномасштабной защиты объектов от пожаров, патент РФ № 2775482 [36].

В настоящее время разработана автоматизированная программа выбора технологий автоматического пожаротушения на базе роботизированных и спринклерных систем⁵ [37]. В программу вводятся исходные данные объекта



Рис. 11. Памятный знак первому пожарному роботу в СССР

Fig. 11. A monument to the first firefighting robot in the USSR

защиты, а система сама определяет параметры для эффективного пожаротушения в соответствии с установленными требованиями. По сути, эта программа выполняет функции робота-проектировщика, а пользователь ведет с ним диалог по исходным данным и выбору предлагаемых вариантов. Результатом является принятие оптимизированных согласованных решений.

Хотелось бы отметить, что работа по пожарной робототехнике и ее научно-технические достижения нашли широкую поддержку у специалистов пожарного дела нашей страны. В 2020 г., в год столетия роботов, эта работа была удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники [38].

К работам по роботизированным установкам пожаротушения в нашей стране проявлен интерес и в зарубежных странах [39]. Известно также применение в ряде стран лафетных стволов с программным управлением в автоматических установках пожаротушения: в Швеции — фирма Unifire, в США — фирма Johnson&Controls, в Китае — компания Shenyang Jinwei Fire Equipment.

В Петрозаводске перед фасадом здания Завода пожарных роботов установлен памятный знак первому пожарному роботу, положившему начало нового направления в пожарном деле — пожарной робототехнике (рис. 11).

Заключение

В нашей стране проведена большая многолетняя научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа, в результате которой появились новые технологии пожаротушения — роботизиро-

⁵ Веб-приложение доступно на сайте www.firerobots.ru

ванные установки пожаротушения с российским приоритетом. В стране создана также нормативно-техническая база, построен завод пожарных роботов, которые получили широкое распространение и защищают уже тысячи объектов, в том числе особо важные и социально значимые: стадионы «Газпром Арена», «Лужники»; космодромы Плесецк, Восточный; аэропорты Шереметьево, Вну-

ково, Остафьево, Минский; промышленные объекты: заводы Алмаз-Антей; объекты нефтегазового комплекса: НПЗ Сызранский, Московский, Туапсинский, Ачинский и др., нефтяные платформы компании «Лукойл», нефтяные морские терминалы в Бургасе и по проекту «Сахалин-1»; объекты энергетики: Ленинградская АЭС, Петро-заводская ТЭЦ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования : приказ МЧС России от 31.08.2020 № 628, введ. 01.03.2021.
2. *Абрамов В.А., Сметанин В.С.* История пожарной охраны. Философско-методологические проблемы пожарной безопасности. М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. С. 26.
3. *Синельникова Е.А., Слепцова И.Н., Горбань М.Ю.* Роботизированные установки пожаротушения — альтернатива традиционным водопенным системам пожаротушения // Пожарная безопасность. 2017. № 1. С. 60–66. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28844563>
4. *Горбань Ю.И.* От спринклеров к пожарным мини-роботам // Пожарная автоматика. Средства спасения. 2018. С. 44–45.
5. *Горбань Ю.И., Танклевский Л.Т.* Новые технические средства пожаротушения тонкораспыленной водой // Безопасность: Всероссийский специализированный журнал. 2017. № 4. С. 34–35.
6. А.с. 370950 СССР, МПК А62С 37/04 (2000.01). Устройство для наведения огнетушащей струи на очаг пожара / Л.М. Мешман. № 1488694/29-14, заявл. 02.11.1970; опубл. 22.11.1973. Бюл. № 12.
7. А.с. 689683 СССР, МПК А62С37/00. Автоматическая лафетная установка для тушения пожаров / В.М. Смирнов, Ю.В. Смирнов. № 2513293/29-12, заявл. 29.07.1977; опубл. 05.10.1979. Бюл. 37.
8. *Pengcheng Liu, Hongnian Yu.* Robot-assisted smart firefighting and interdisciplinary perspectives // Proceedings of the 22nd International Conference on Automation & Computing, University of Essex, Colchester, UK, 7–8 September 2016. 2016. DOI: 10.1109/ICoAC.2016.7604952
9. *Корсунский В.* Разработка противопожарных роботов в России // Мир и безопасность. 2007. № 3. С. 42–46.
10. *Горбань Ю.И.* Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране. М. : Пожнаука, 2013. 351 с.
11. А.с. 1280418 СССР, МПК G08B 17/12 (2000.01). Устройство для пожарной сигнализации / Н.Л. Попов, Ю.И. Горбань, А.И. Кирьянов. № 3940038/24-24, заявл. 26.07.1985; опубл. 30.12.1986. Бюл. № 48.
12. А.с. 1824207 СССР, МПК А62С 35/00 (2000.01). Пожарный монитор / Ю.И. Горбань, А.В. Харитонов, Т.Н. Романова, В.И. Ниронен, Г.Н. Кудрявцев, А.В. Мальцев и др. № 4879274, заявл. 05.10.1990; опубл. 30.06.1993.
13. А.с. 2050872 СССР, МПК А62С 35/00 (1995.01). Пожарный монитор / Ю.И. Горбань, Ю.П. Левин. № 5007706/12, заявл. 23.10.1991; опубл. 27.12.1995.
14. Пат. 2412733 РФ, МПК А62С 31/02 (2006.01). Пожарный монитор с шаровым шарниром / Ю.И. Горбань. № 2009142666/12, заявл. 18.11.2009; опубл. 27.02.2011. Бюл. № 6.
15. Пат. 2661324 РФ, МПК А62С 31/02 (2006.01). Лафетный ствол с поворотным шаровым каналом / Ю.И. Горбань. № 2017100578, заявл. 09.01.2017; опубл. 13.07.2018. Бюл. № 20.
16. Пат. 2375093 РФ, МПК А62С 31/00 (2006.01). Пожарный монитор / Ю.И. Горбань. № 2008119740/12, заявл. 19.05.2008; опубл. 10.12.2009. Бюл. № 34.
17. Пат. 2373980 РФ, МПК А62С 31/00 (2006.01). Пожарный монитор / Ю.И. Горбань. № 2008119732/12, заявл. 19.05.2008; опубл. 27.11.2009. Бюл. № 33.
18. Пат. 2414270 РФ, МПК А62С 31/00 (2006.01). Автомат пожарного / Ю.И. Горбань. № 2009146807/12, заявл. 16.12.2009; опубл. 20.03.2011. Бюл. № 8.
19. Пат. 2700581 РФ, МПК А62С 31/00 (2006.01). Пожарный водопенный ствол, генерирующий пену средней кратности / Ю.И. Горбань, И.М. Абдурагимов. № 2018143189, заявл. 05.12.2018; опубл. 18.09.2019. Бюл. № 26.
20. Пат. 90498 РФ, МКПО 29-01. Робот пожарный / Ю.И. Горбань. № 2013501978, заявл. 29.05.2013; опубл. 16.10.2014. Бюл. № 10.
21. Пат. 124890 РФ, МКПО 29-01. Робот пожарный / Ю.И. Горбань. № 2020504188, заявл. 11.09.2020; опубл. 20.04.2021. Бюл. № 5.
22. Пат. 2699849 РФ, МПК А62С 37/00 (2006.01). Пожарный мини-робот в потолочном исполнении / Ю.И. Горбань. № 2019102082, 25.01.2019, опубл. 11.09.2019. Бюл. № 26.
23. Пат. 2128536 РФ, МПК А62С 37/00 (1995.01). Роботизированная установка пожаротушения /

- Ю.И. Горбань. № 97101104/12, заявл. 22.01.1997; опубл. 10.04.1999.
24. Пат. 2319530 РФ, МПК А62С 37/00 (2006.01). Роботизированный пожарный комплекс / Ю.И. Горбань. № 2005136627/12, заявл. 24.11.2005; опубл. 20.03.2008. Бюл. № 8.
 25. Мешман Л.М., Былинкин В.А., Горбань Ю.И., Горбань М.Ю., Фокичева К.Ю. Актуальные проблемы навигации на очаг пожара пожарных роботизированных стволов в роботизированных установках пожаротушения. Часть 1. Предпосылки создания РУП и специфические особенности тушения пожаров ПРС // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2019. Т. 28. № 3. С. 70–88. DOI: 10.18322/PVB.2019.28.03.70-88
 26. Иванов В. Климат не политика, не обманешь! // Сетевое издание The Moscow Post: Общероссийская общественно-политическая газета. 26.11.2021. URL: http://www.moscow-post.ru/in_world/klimat_ne_politika_ne_obmanesh37742/ (дата обращения: 31.08.2022).
 27. Пат. 2677622 РФ, МПК А62С 35/00 (2006.01). Роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа / Ю.И. Горбань. № 2018116814, заявл. 04.05.2018; опубл. 17.01.2019. Бюл. № 2.
 28. Пат. 2736432 РФ, МПК А62С 35/00 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01). Роботизированная установка пожаротушения с системой предупредительного мониторинга и селективного тушения / Ю.И. Горбань, М.Ю. Горбань, С.Г. Немчинов, Д.А. Штирц, А.Э. Радаев, С.Е. Сокольников. № 2020117712, заявл. 19.05.2020, опубл. 17.11.2020. Бюл. № 32.
 29. Пат. 2128536 РФ, МПК А62С 37/00 (1995.01). Роботизированная установка пожаротушения / Ю.И. Горбань. № 97101104/12, заявл. 22.01.1997; опубл. 10.04.1999.
 30. Пат. 2739390 РФ, МПК А62С 35/00 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01). Роботизированная установка пожаротушения с системой блицмониторинга. Ю.И. Горбань, М.Ю. Горбань, Д.А. Штирц, С.Г. Немчинов. № 2020118565, заявл. 26.05.2020; опубл. 23.12.2020. Бюл. № 36.
 31. Пат. 2424837 РФ, МПК А62С 35/00 (2006.01). Роботизированный пожарный комплекс с процессной системой управления / Ю.И. Горбань. № 2010101833/12, заявл. 20.01.2010; опубл. 27.07.2011. Бюл. № 21.
 32. Пат. 2433847 РФ, МПК А62С 31/00 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01). Роботизированный пожарный комплекс с системой технического зрения / Ю.И. Горбань. № 2010124776, заявл. 16.06.2010; опубл. 20.11.2011. Бюл. № 32.
 33. An automated fire-fighting complex integrating a television system : European patent No. 2599525, date of filing: July 14, 2011, date of publication and mention of the grant of the patent: December 30, 2015. Bulletin 2015/53.
 34. Пат. 2739820 РФ, МПК А62С 3/06 (2006.01), А62С 37/50 (2006.01). Роботизированная установка пожаротушения с системой оптимизации и контроля параметров тушения / Ю.И. Горбань, М.Ю. Горбань, Д.А. Штирц, С.Г. Немчинов. № 2020123069, заявл. 13.07.2020; опубл. 28.12.2020. Бюл. № 1.
 35. Пат. 2760650 РФ, МПК А62С 35/00 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01). Роботизированная установка пожаротушения / Ю.И. Горбань, С.Г. Немчинов, К.Ю. Фокичева, Л.Т. Танклевский. № 2021102052, заявл. 29.01.2021; опубл. 29.11.2021. Бюл. № 34.
 36. Пат. 2775482 РФ, МПК А62С 37/00 (2006.01), А62С 3/00 (2006.01), А62С 35/58 (2006.01). Многофункциональный робототехнический комплекс предупредительного мониторинга, обнаружения возгораний и управления пожаротушением производственных объектов / В.А. Харевский, Ю.И. Горбань, С.Г. Немчинов, А.М. Бурдин, В.Ф. Гайнанов. № 2021124355, заявл. 17.08.2021; опубл. 01.07.2022. Бюл. № 19.
 37. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2022664536. Автоматизированная система выбора и оценки соответствия водопенных установок пожаротушения / Ю.И. Горбань, А.Г. Марахтанов, А.С. Бодрякова и др. № 2022618527, заявл. 12.05.2022; опубл. 01.08.2022.
 38. О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2020 года в области науки и техники : Распоряжение от 22 октября 2020 года № 2736-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/MJDPrgimP2EsE0T3HB0AwARlWquBpwV.pdf> (дата обращения: 13.09.2022).
 39. Gorban Yu.I. Fire robots // Industrial Fire Journal. 2016. No. 103. Pp. 12–13.

REFERENCES

1. SP 485.1311500.2020. Firefighting systems. Automatic fire extinguishing systems. Desig.rules and regulations : order of the EMERCOM of Russia dated August 31, 2020 No. 628. Effective date March 1, 2021. (rus).
2. Abramov V.A., Smetanin V.S. *History of fire protection. Philosophical and methodological problems of fire safety*. Moscow, SFA of EMERCOM of Russia, 2012; 26. (rus).
3. Gorban Yu.I., Sleptsova I.N., Gorban M.Yu. Robotic fire extinguishing installations — an alternative to traditional water-foam fire extinguishing systems. *Pozharnaya*

- bezopasnost/Fire safety*. 2077; 13:60-66. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28844563> (rus).
4. Gorban Yu.I. From sprinklers to firefighting mini robots. *Fire protection. Fire automatics. Means of rescue*. 2018:44-45. (rus).
 5. Gorban Yu.I., Tanklevskiy L.T. New technical means of fire extinguishing with water mist. *Bezopasnost/Safety: All-Russian specialized Magazine*. 2017; 4: 34-35. (rus).
 6. Author's Certificate USSR 370950, IPC A 62 C 37/04 (2000.01). *A device for aiming a fire extinguishing jet at a fire*. L.M. Meshman. No. 1488694/29-14, declar. November 2, 1970; publ. November 22, 1973. Bull. 12. (rus).
 7. Author's Certificate USSR 689683, IPC A62C37/00. *Automatic fire monitor installation for fire extinguishing*. V.M. Smirnov, Yu.V. Smirnov. No. 2513293/29-12, declar. July 29, 1977; publ. October 5, 1979. Bull. 37. (rus).
 8. Pengcheng Liu, Hongnian Yu. Faculty of science and technology, Bournemouth University, Poole BH125BB, UK. Robot-Assisted Smart Firefighting and Interdisciplinary Perspectives. *Proceedings of the 22nd International Conference on Automation & Computing, University of Essex, Colchester, UK, September 7–8, 2016*. 2016. DOI: 10.1109/ICoAC.2016.7604952
 9. Korsunskiy V. Development of firefighting robots in Russia. *Mir i bezopasnost/Peace and security*. 2007; 3:42-46. (rus).
 10. Gorban Yu.I. *Firefighting robots and fire monitors in automatic firefighting systems and fire protection*. Moscow, Pozhnauka Publ., 2013; 352. (rus).
 11. Author's Certificate USSR 1280418, IPC G 08 B 17/12 (2000.01). *Fire alarm device*. N.L. Popov, Yu.I. Gorban, A.I. Kiryanov. No. 3940038/24-24, declar. July 26, 1985; publ. December 30, 1986. Bull. 48. (rus).
 12. Author's Certificate USSR 4879274, IPC A 62 C 35/00 (2000.01). *Fire monitor*. Yu.I. Gorban, A.V. Kharitonov, T.N. Romanova, V.I. Nironen, G.N. Kudryavtsev, A.V. Mal'tsev et al. Declar. October 5, 1990; publ. June 30, 1993. (rus).
 13. Author's Certificate USSR 2050872, IPC A 62 C 35/00 (1995.01). *Fire monitor*. Yu.I. Gorban, Yu.P. Levin. No. 5007706/12, declar. October 23, 1991; publ. December 27, 1995. (rus).
 14. Patent RU 2412733, IPC A62C 31/02 (2006.01). *Fire monitor with a ball-and-socket joint*. Yu.I. Gorban. No. 2009142666/12, declar. November 18, 2009; publ. February 27, 2011. Bull. 6. (rus).
 15. Patent RU 2661324, IPC A62C 31/02 (2006.01). *Fire monitor with a ball-and-socket joint*. Yu.I. Gorban. No. 2017100578, declar. January 9, 2017; publ. July 13, 2018. Bull. 20. (rus).
 16. Patent RU 2375093, IPC A62C 31/00 (2006.01). *Fire monitor*. Yu.I. Gorban. No. 2008119740/12, declar. May 19, 2008; publ. December 10, 2009. Bull. 34. (rus).
 17. Patent RU 2373980, IPC A62C 31/00 (2006.01). *Fire monitor*. Yu.I. Gorban. No. 2008119732/12, declar. May 19, 2008; publ. November 27, 2009. Bull. 33. (rus).
 18. Patent RU 2414270, IPC A62C 31/00 (2006.01). *Fireman's automat*. Yu.I. Gorban. No. 2009146807/12, declar. December 16, 2009; publ. March 20, 2011. Bull. 8. (rus).
 19. Patent RU 2700581, IPC A62C 31/00 (2006.01). *Water-foam fire monitor, generating medium expansion foam*. Yu.I. Gorban, I.M. Abduragimov. No. 2018143189, declar. December 5, 2018; publ. September 18, 2019. Bull. 26. (rus).
 20. Patent RU 90498, ICID 29-01. *Firefighting robot*. Yu.I. Gorban. No. 2013501978, declar. May 29, 2013; publ. October 16, 2014. Bull. 10. (rus).
 21. Patent RU 124890, ICID 29-01. *Firefighting robot*. Yu.I. Gorban. No. 2020504188, declar. September 11, 2020; publ. April 20, 2021. Bull. 5. (rus).
 22. Patent RU 2699849, IPC A62C 37/00 (2006.01). *Firefighting mini robot in the ceiling version*. Yu.I. Gorban. No. 2019102082, declar. January 25, 2019; publ. September 11, 2019. Bull. 26. (rus).
 23. Patent RU 2128536, IPC A62C 37/00 (1995.01). *Robotic fire suppression system*. Yu.I. Gorban. No. 97101104/12, declar. January 22, 1997; publ. April 10, 1999. Bull. 26. (rus).
 24. Patent RU 2319530, IPC A62C 37/00 (2006.01). *Robotic fire suppression system*. Yu.I. Gorban. No. 2005136627/12, declar. November 24, 2005, publ. March 20, 2008. Bull. 8. (rus).
 25. Meshman L.M., Bylinkin V.A., Gorban Yu.I., Gorban M.Yu., Fokicheva K.Yu. Actual problems of positioning of the robotic monitors to fire area in robotic fire suppression systems. Part 1. Background to the development of RFSS and specific characteristics of the fire fighting by means of RFM. *Pozharovzryvbezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2019; 28(3):70-88. DOI: 10.18322/PVB.2019.28.03.70-88 (rus).
 26. Ivanov V. Climate is not politics, you can't fool it! *Online edition of The Moscow Post: All-Russian socio-political newspaper*. November 26, 2021. (rus). URL: http://www.moscow-post.ru/in_world/klimat_ne_politika_ne_obmanesh37742/ (Accessed August 31, 2022).
 27. Patent RU 2677622, IPC A62C 35/00 (1995.01). *Robotic fire suppression system based on the water mist firefighting mini robots with the remote-controlled system*. Yu.I. Gorban. No. 2018116814, declar. May 4, 2018; publ. January 17, 2019. Bull. 2. (rus).
 28. Patent RU 2736432, IPC A62C 35/00 (2006.01), A62C 37/00 (2006.01). *Robotic fire suppression system with warning monitoring and selective extinguishing system*. Yu.I. Gorban, M.Yu. Gorban, S.G. Nemchinov, D.A. Shtirts, A.E. Radaev, S.E. Sokol'nitskiy. No. 2020117712, declar. May 19, 2020; publ. November 17, 2020. Bull. 32. (rus).
 29. Patent RU 2128536, IPC A62C 37/00 (1995.01). *Robotic fire suppression system*. Yu.I. Gorban. No. 97101104/12, declar. January 22, 1997; publ. April 10, 1999. (rus).

30. Patent RU 2739390, IPC A62C 35/00 (2006.01), A62C 37/00 (2006.01). *Robotic fire suppression system with blitz monitoring*. Yu.I. Gorban, M.Yu. Gorban, D.A. Shtirts, S.G. Nemchinov. No. 2020118565, declar. May 26, 2020; publ. December 23, 2020. Bull. 36. (rus).
31. Patent RU 2424837, IPC A62C 35/00 (2006.01). *Robotic fire suppression system with a full-process control system*. Yu.I. Gorban. No. 2010101833/12, declar. January 20, 2010; publ. July 27, 2011. Bull. 21. (rus).
32. Patent RU 2433847, IPC A62C 31/00 (2006.01). *Robotic fire suppression system with computer vision system*. Yu.I. Gorban. declar. No. 2010124776, June 16, 2010; publ. November 20, 2011. Bull. 32. (rus).
33. Patent EU 2599525, IPC A62C 31/00 (2006.01), A62C 35/68 (2006.01). *An automated fire-fighting complex integrating a television system*. Yu.I. Gorban. declar. No. 11815812.0, July 14, 2011; publ. December 30, 2015. Bull. 2015/53.
34. Patent RU 2739820, IPC A62C 3/06 (2006.01), A62C 37/50 (2006.01). *Robotic fire suppression system with extinguishing optimization and parameter checkout system*. Yu.I. Gorban, M.Yu. Gorban, D.A. Shtirts, S.G. Nemchinov. No. 2020123069, declar. July 13, 2020; publ. December 28, 2020. Bull. 1. (rus).
35. Patent RU 2760650, IPC A62C 35/00 (2006.01), A62C 37/00 (2006.01). *Robotic fire suppression system*. Yu.I. Gorban, S.G. Nemchinov, K.Yu. Fokicheva, L.T. Tanklevskiy. No. 2021102052, declar. August 17, 2021; publ. November 29, 2021. Bull. 34. (rus).
36. Patent RU 2775482, IPC A62C 37/00 (2006.01), A62C 3/00 (2006.01), A62C 35/58 (2006.01). *Multifunctional robotic complex for preventive monitoring, fire detection and fire extinguishing control of industrial facilities*. V.A. Kharevskiy, Yu.I. Gorban, S.G. Nemchinov, A.M. Burdin, V.F. Gaynanov. No. 2021124355, declar. January 29, 2021; publ. July 1, 2022. Bull. 19. (rus).
37. Certificate No. 2022664536. Gorban Yu.I., Marakhtanov A.G., Bodryakova A.S. et al. *Automated system for selection and conformity evaluation of water-foam fire extinguishing systems: a computer program*. No. 2022618527, declar. May 12, 2022; publ. August 1, 2022. (rus).
38. On the awarding of prizes of the Government of the Russian Federation in 2020 in the field of science and technology : Decree of October 22, 2020 No. 2736-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/MJDPrSgimP2EsE0T3HB0AwARIwquBpwV.pdf> (accessed September 14, 2022).
39. Gorban Yu.I. Fire robots. *Industrial Fire Journal*. 2016; 103:12-13.

Поступила 22.08.2022, после доработки 12.09.2022;
принята к публикации 20.09.2022

Received August 22, 2022; Received in revised form September 12, 2022;
Accepted September 20, 2022

Информация об авторах

ГОРБАНЬ Юрий Иванович, председатель совета директоров, главный специалист по пожарной робототехнике, Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР», Республика Карелия, 185031, г. Петрозаводск, ул. Заводская (Северная промзона р-он), 4; РИНЦ ID: 1060783; ORCID: 0000-0002-4452-6798, e-mail: info@efer.pro

ЦАРИЧЕНКО Сергей Георгиевич, д-р техн. наук, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; РИНЦ ID: 181475; Scopus Author ID: 181475; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko_s@mail.ru

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

Information about the authors

Yuriy I. GORBAN, Chairman of the Board of Directors, Chief Specialist in Fire Robotics, Engineering centre of fire robots technology "FR", Zavodskaya St., 4, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185031, Russian Federation; ID RISC: 1060783; ORCID: 0000-0002-4452-6798; e-mail: info@efer.pro

Sergey G. TSARICHENKO, Dr. Sci. (Eng.), Professor of Department of Integrated Safety in Civil Engineering, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavl'skoe Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 181475; Scopus Author ID: 181475; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko_s@mail.ru

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