

Актуальные проблемы навигации на очаг пожара пожарных роботизированных стволов в роботизированных установках пожаротушения. Часть 1. Предпосылки создания РУП и специфические особенности тушения пожаров ПРС

© **Л. М. Мешман**¹, **В. А. Былинкин**¹, **Ю. И. Горбань**^{2✉},
М. Ю. Горбань², **К. Ю. Фокичева**²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны
МЧС России (Россия, 143903, г. Балашиха Московской обл., мкр. ВНИИПО, 12)

² ООО «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР» (Россия, 185031,
Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Заводская, 4)

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены исторические предпосылки создания предшественников роботизированных установок пожаротушения (РУП) — установок самонаведения на очаг пожара. Представлены сведения по успешному применению мобильных роботов в военном деле, полиции, пожарной охране, беспилотной авиации, промышленности, на транспорте, в строительстве, сельском хозяйстве, социальной сфере, для облегчения условий жизнедеятельности человека, при проведении научных исследований. Показаны принципиальные отличия стационарных РУП от мобильных пожарных роботов. Указаны практические причины, препятствующие широкому применению РУП в конце прошлого столетия. Приведены краткие сведения об использовании пожарных роботизированных стволов (ПРС) для ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. Выполнен анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований баллистики стоячих и сканирующих струй. Описаны основные проблемы, возникающие в процессе проектирования РУП, в состав которых входят ПРС. Показано состояние пожарной робототехники за рубежом. Отмечены лидирующие позиции России в создании и производстве ПРС, в разработке нормативной базы применительно к РУП. Сформулированы основные термины и определения в области навигации ПРС и подачи ОТВ на очаг пожара. Выполнен анализ основных положений нормативных документов по проектированию и испытанию РУП. Представлены результаты сравнительных натурных испытаний отечественной РУП и зарубежных спринклерных традиционных АУП и АУП ТРВ производства Датской компании COWI A/S. Исследованы варианты алгоритма функционирования по обнаружению пожара и навигации ствола ПРС на очаг пожара с учетом погрешностей наведения и позиционирования. Рассмотрены различные варианты реализации принципа действия современных РУП.

Ключевые слова: статические (стоячие) струи; вибрирующие струи; осциллирующие (сканирующие) струи; компактные струи; распыленный поток; фронтальные струи; навесные струи; извещатель наведения; угловые координаты; площадь орошения.

Для цитирования: 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.

✉ Горбань Юрий Иванович, e-mail: frgroup@firerobots.ru

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

© **Leonid M. Meshman**¹, **Vladimir A. Bylinkin**¹, **Yuriy I. Gorban**^{2✉},
Mikhail Yu. Gorban², **Kristina Yu. Fokicheva**²

¹ All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia
(VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation)

² Engineering Centre of Fire Robots Technology "FR" LLC (Zavodskaya St., 4,
Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185031, Russian Federation)

ABSTRACT

The historical background of the creation of the predecessors of robotic fire suppression system (RFSS) — plants homing to the fire is described. The information on the successful use of mobile robots in the military, police, fire protection, unmanned aircraft, industry, transport, construction, agriculture, social sphere, for the investment of human life conditions, during scientific research is presented. There are shown fundamental differences between stationary RFSS firefighters from mobile robots. The practical reasons preventing the implementation of the widespread use of RFSS at the end of the last century are indicated. Brief information on the use of robotic fire monitor (RFM) for liquidation of the accident at the Chernobyl NPP is given. The analysis of the results of experimental and theoretical studies of the point of standing and scanning jets is carried out. There are described the main problems encountered in the design process of RFSS, which include RFM. It is shown the status of fire robots technology abroad. Russia's positions in the creation and production of RFM, in the development of the regulatory framework in relation to RFSS have been noted. The basic terms and definitions on navigation and parameters of fire extinguishing agent supply are formulated. The analysis of the main provisions of normative documents on the design and testing of RFSS is carried out. Comparative full-scale tests of domestic RFSS and foreign sprinkler automatic fire extinguishing system are presented, made by the Denmark company COWI A/S. Variants of the algorithm of functioning of the detection and navigation of the trunk of RFM to the fire with respect to the error of aiming and positioning are investigated. Different variants of implementation of the principle of operation of modern RFSS are considered.

Keywords: static (stationary) streams; vibrating streams; oscillating (scanning) streams; compact streams; spray stream; front streams; hinged streams; targeting detector; angular coordinates; irrigation area.

For citation: L. M. Meshman, V. A. Bylinkin, Yu. I. Gorban, M. Yu. Gorban, K. Yu. Fokicheva. 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. *Pozharovzryvobezopasnost'/Fire and Explosion Safety*, 2019, vol. 28, no. 3, pp. 70–88. DOI: 10.18322/PVB.2019.28.03.70-88.

✉ Yuriy Ivanovich Gorban, e-mail: frgroup@firerobots.ru

Принятые сокращения

АУП — автоматическая установка пожаротушения;
 МОП — модельный очаг пожара;
 ОТВ — огнетушащее вещество;
 ПРС — пожарный роботизированный ствол;
 ТРВ — тонкораспыленная вода;
 РУП — роботизированная установка пожаротушения;
 L_3 — длина зоны пламени с учетом погрешности наведения и зоны нечувствительности извещателя наведения в момент соприкосновения ОТВ с защищаемой поверхностью;
 $L_{пл}$ — длина пламени;
 $L_{орш}$ — длина зоны орошения;
 $L_{сопр}$ — длина соприкосновения ОТВ с защищаемой поверхностью;
 $S_{ОТВ}$ — площадь орошения;
 $S_{сопр}$ — площадь соприкосновения ОТВ с защищаемой поверхностью;
 X — коэффициент, учитывающий растекание по горизонтальной защищаемой поверхности (при интенсивности орошения, соответствующей средней интенсивности орошения эллипса); $X > 1$;
 Y — коэффициент, учитывающий стекание по вертикальной защищаемой поверхности (при интенсивности орошения, соответствующей средней интенсивности орошения эллипса); $Y > 1$;
 α — угол погрешности навигации;
 β — угол нечувствительности (мертвой зоны) извещателя наведения;
 γ — дополнительный угол орошения за счет стекания ОТВ по вертикальной защищаемой поверхности (при интенсивности орошения, соответствующей интенсивности орошения в средней части эллипса);

δ — дополнительный угол орошения за счет растекания ОТВ по горизонтальной защищаемой поверхности (при интенсивности орошения, соответствующей интенсивности орошения в средней части эллипса);
 θ — угол атаки компактной струи или распыленного потока ОТВ;
 Δ — реальный диапазон углов орошения;
 λ — расчетный диапазон углов, подлежащий орошению;
 ξ_v, ξ_r — коэффициент, учитывающий увеличение площади орошения ОТВ соответственно за счет его стекания по вертикальной или растекания по горизонтальной поверхности;
 σ — диапазон углов орошения с учетом растекания ОТВ по горизонтальной защищаемой поверхности;
 η — угол погрешности позиционирования;
 $\rho_{изв}$ — угол визирования извещателя наведения;
 $\rho_{ПРС}$ — угол возвышения ствола ПРС;
 φ — угол коррекции линии возвышения ствола ПРС относительно линии визирования пожарного извещателя наведения;
 ψ — зона активации извещателя наведения;
 ω — диапазон углов сканирования.

Основные термины и определения

Вибрирующая компактная струя или распыленный поток ОТВ: компактная струя или распыленный поток ОТВ, совершающие небольшие колебания (менее 2°) вокруг своей оси в одной или двух плоскостях;

дальность подачи огнетушащего вещества: расстояние по оси от пожарного ствола до эпицентра пятна контакта ОТВ с очагом пожара;

навесная струя: ниспадающая сверху к орошаемой поверхности струя;

осциллирующая (маятниковая) компактная струя или распыленный поток: однообразные, периодически повторяющиеся во времени колебания струи или распыленного потока по жесткой, оперативно не перепрограммируемой программе со стабильными параметрами подачи ОТВ независимо от размеров очага пожара и расстояния от него до ПРС;

погрешность позиционирования: отклонение начальных координат компактной струи, распыленного потока ОТВ или раstra сканирования по прошествии определенного времени или определенного количества циклов;

пожарный роботизированный ствол: стационарное автоматическое средство роботизированной установки пожаротушения с наведением на очаг пожара, пожарный ствол которого имеет несколько степеней подвижности, ограниченных по перемещению, и которое функционирует согласно алгоритму, предусмотренному перепрограммируемым устройством управления, обеспечивающим навигацию ствола на очаг пожара и подачу огнетушащего вещества для ликвидации или локализации пожара либо охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций;

роботизированная установка пожаротушения: автоматическая установка пожаротушения, состоящая из совокупности нескольких взаимосвязанных пожарных роботизированных стволов, объединенных общей перепрограммируемой системой управления, для обнаружения пожара и навигации на очаг пожара;

сканирование: управляемое по определенной программе циклическое движение ствола ПРС;

сканирующая (строчная) компактная струя или распыленный поток: компактная струя или распыленный поток, формируемые ПРС и периодически перемещающиеся в горизонтальной и/или вертикальной плоскостях;

скользящая струя: струя, действующая под углом атаки к орошаемой поверхности $90^\circ > \theta > 0$;

статическая (квазистатическая), или стоячая, компактная струя либо распыленный поток: компактная струя или распыленный поток ОТВ, формируемые неподвижным стволом ПРС, с допускаемыми незначительными периодическими отклонениями (менее 1°) от осевой линии подачи огнетушащего вещества;

точность наведения ствола ПРС при подаче компактной струи или распыленного потока ОТВ: отклонение между программируемыми координата-

ми положения пожарного ствола ПРС и его реальными координатами при подаче ОТВ;

угол атаки: угол, под которым компактная струя или распыленный поток ОТВ подается на поверхность очага пожара;

угол возвышения: угол между горизонтальной плоскостью и осью ствола ПРС;

угол коррекции φ : отклонение угла возвышения ствола ПРС по отношению к углу визирования извещателя наведения;

фронтальная струя: струя, квазиперпендикулярная к фронтальной орошаемой поверхности, $\theta \approx 90$;

эффективный радиус подачи огнетушащего вещества: максимальная дальность подачи ОТВ, на конечном участке которого обеспечиваются требуемые гидравлические параметры (интенсивность и площадь орошения) для ликвидации или локализации пожара.

1. Историческая справка — предшественники современных РУП

Бурный рост производительности труда в промышленности невозможно представить без интенсивного развития и внедрения разнообразных робототехнических технологических комплексов. Этот технический прогресс явился результатом планомерных международных и национальных программ по созданию роботов различного назначения применительно к производственным и общественным задачам.

Успехи, достигнутые в последнее время в области мехатроники робототехнических систем (механики, искусственного интеллекта, средств осязания и технического зрения, программного исполнения, цифровой инженерии), позволили выйти на новые рубежи по созданию [1, 2]:

- адаптивных (осязательных) роботов, управляющая программа которых целенаправленно изменяет последовательность или характер действий в зависимости от контролируемых параметров рабочей среды и/или функционирования самих роботов;
- интеллектуальных роботов, управляющая программа которых может полностью или частично формироваться автоматически в соответствии с поставленным заданием и в зависимости от состояния рабочей среды.

Такие роботы нашли успешное применение в военном деле [3, 4], беспилотной авиации [5], полиции [6], пожарной охране [7–9], промышленности [10, 11], на транспорте [12], в строительстве [13], сельском хозяйстве [14, 15], социальной сфере [16, 17], для облегчения условий жизнедеятельности человека [18, 19], при проведении научных исследований [20].

Фактически все эти роботы, в том числе предназначенные для борьбы с пожарами, являются мобильными, выполненными на базе колесных или гусеничных шасси. И только промышленные роботы, предназначенные для сборочных, сварочных или окрасочных работ, представляют собой в основном стационарные устройства, подвижные кинематические звенья которых имеют несколько степеней свободы. Рассуждая о будущем робототехники, многие специалисты по-прежнему приоритетными направлениями считают развитие мобильных аппаратов, и прежде всего антропоморфных, сведение к минимуму агрессивности интеллектуальных роботов и исключение ошибок при взаимодействии человека и робота [21, 22].

К сожалению, современные достижения науки и техники, реализованные в области роботостроения даже в последние годы, практически не могут быть воплощены применительно к стационарным РУП по следующим причинам:

- во-первых, современные пожарные роботы являются не столько перепрограммируемыми аппаратами, сколько дистанционно управляемыми машинами;
- во-вторых, при всей кажущейся простоте РУП они должны выполнять различные функции, связанные с обнаружением пожара, определением координат наведения ствола ПРС на очаг пожара с учетом погрешности угла коррекции, выбором наиболее оптимальной баллистики статической (стоячей) или сканирующей струи ОТВ и гидравлических параметров локализации или ликвидации пожара.

В связи с этим развитие современных РУП основывается на работах, выполненных еще в СССР во второй половине XX века.

Первые попытки создания предшественников пожарных роботов — установок самонаведения на очаг пожара — были предприняты во ВНИИПО еще в середине 60-х — начале 70-х годов прошлого столетия. Были предложены три конструкции, принципиально отличающиеся друг от друга [23–25]:

- типом привода (электрический, водяной, масляный гидроприводы);
- видом чувствительных элементов извещателей (четырёхкоординатная диодная ИК-матрица, два ИК-фоторезистора, угол зрения одного из которых ограничен горизонтальной щелью, а другого — вертикальной щелью, и один УФ-счетчик фотонов, угол зрения которого зависит от щелевой диафрагмы, ограниченной сверху);
- принципиально различными способами наведения на очаг пожара (в энергетический центр пламени, на кромку пламени, под обрез пламени).

Подробное описание этих установок изложено в [26, 27].

Широкого внедрения в то время установки самонаведения не получили из-за несовершенства приводов, низкого уровня развития микропроцессорной техники и систем технического зрения. По принципу действия они обладали элементами адаптации и “жесткого” программирования, но не обладали способностью оперативно обеспечивать изменение программы управления применительно к месту возникновения пожара и фазам его развития. Существенным недостатком установок самонаведения являлась подача огнетушащего вещества при неподвижном положении ствола (стоячая струя), т. е. отсутствие сканирования стволом в пределах угловых координат фронтальной зоны пламени, локации расстояния и автоматического изменения угла возвышения пожарного ствола до объекта защиты.

Результатом дальнейшего развития автоматических установок пожаротушения стали стационарные ПРС, экспериментальные образцы которых впервые были разработаны под руководством Н. Л. Попова и Ю. И. Горбана для защиты памятников деревянного зодчества Кижи [28].

После аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) одной из первоочередных задач являлась очистка крыши (размером порядка 110×30 м) 3-го энергоблока от радиоактивных загрязнений. По телеграмме министра МВД СССР А. В. Власова три ПРС были отправлены на ЧАЭС, установлены с помощью вертолетов на отметке 70 м кровли 3-го энергоблока и успешно использовались для удаления с нее радиоактивных обломков, кусков и пыли. Таким образом, благодаря применению РУП удалось сберечь здоровье многих людей, и в первую очередь солдат химических войск, которым эту операцию пришлось бы выполнять вручную.

Вместе с тем анализ состояния пожарной робототехники на момент аварии на Чернобыльской АЭС [29, 30] показал, что из 54 известных в тот период видов роботов только шесть являлись стационарными, причем четыре ПРС были отечественного производства (совместные разработки ЭФЭР (на тот момент Петрозаводского ПКТИ ТМ) и ВНИИПО).

Основная проблема, которая стояла перед разработчиками ПРС на первоначальном этапе, — определение влияния скорости сканирования на дальность подачи ОТВ, чтобы в дальнейшем учитывать данное обстоятельство при расчете расстояния между двумя смежными ПРС. С этой целью были проведены экспериментальные и теоретические исследования баллистики сканирующих струй (рис. 1) [31].

Аналогичные семейства зависимостей дальности подачи сканирующих компактных струй от угла наклона ствола ПЛС-20 получены в диапазоне дав-

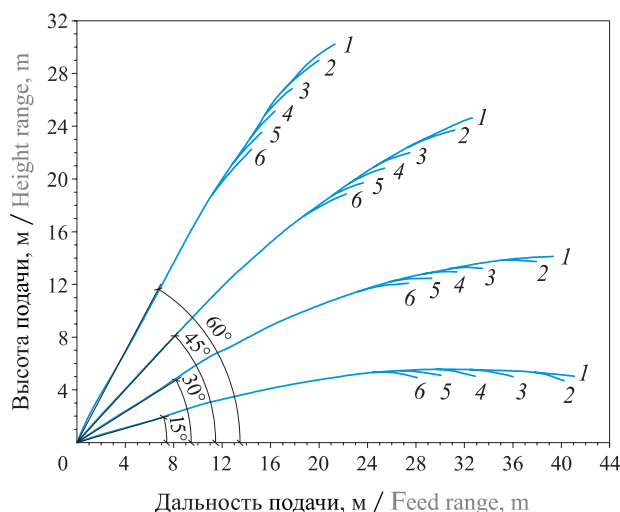


Рис. 1. Зависимость дальности подачи сканирующих компактных струй от угла наклона ствола ПЛС-20 (давление подачи 0,6 МПа, диаметр насадка 28 мм): 1 — граница компактной части стоячей (квазистатической) струи; 2 — скорость сканирования струи 3 град/с; 3 — то же, 6 град/с; 4 — то же, 9 град/с; 5 — то же, 12 град/с; 6 — то же, 18 град/с

Fig. 1. Dependence of the range of scanning straight streams on the inclination angle of the fire monitor PLS-20 (at a pressure of 0.6 MPa, nozzle diameter 28 mm): 1 — stagnant (quasi-static) straight stream part boundary; 2 — stream scanning speed 3 deg/sec; 3 — the same, 6 deg/sec; 4 — the same, 9 deg/sec; 5 — the same, 12 deg/sec; 6 — the same, 18 deg/sec

лений подачи 0,6–1,0 МПа и при диаметрах насадков 25, 28, 32 и 38 мм.

По результатам выполненных исследований баллистики сканирующих струй установлено, что в исследуемом диапазоне давлений и диаметров насадков:

- при скорости сканирования 3 град/с дальность подачи компактной части струи по сравнению с квазистатической струей снижается на 16 %, 6 град/с — на 20 %, 9 град/с — на 30 %, 18 град/с — на 50 %;
- оптимальная скорость сканирования при тушении пожара класса А не должна превышать 6 град/с, а шаг сканирования по горизонтальной плоскости на расстоянии 20–40 м при диаметре насадков 28 или 32 мм — не более 0,5 м.

Новые технологии автоматического пожаротушения, основанные на использовании РУП, в которых воплощены последние достижения науки и техники, значительно расширили технические возможности систем автоматического пожаротушения. В настоящее время в отечественной практике РУП находят все более широкое применение для противопожарной защиты протяженных помещений различного назначения, резервуарных парков, лесобирж, наземных комплексов нефтегазохимической промышленности. Известными отечественными производителями РУП являются: ООО “Инженерный центр

пожарной робототехники “ЭФЭР” и МА “Систем-сервис”, а также ООО “Уралмеханика”, компания “Нижневолжский промышленный холдинг”, ООО “Научно-производственный центр “Системы пожарной безопасности”. Причем за рубежом до сих пор ограничиваются применением дистанционно-управляемых лафетных стволов.

Россия лидирует и в создании нормативной базы применительно к РУП и ПРС. Почти 20 лет назад впервые в мировой практике были разработаны НПБ 84–2000 [32], регламентирующие общие технические требования и методы испытаний РУП. В настоящее время действует ГОСТ Р 53326–2009. Требования к РУП установлены также ст. 116 Федерального закона № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” (далее — ФЗ № 123) [33].

За рубежом требования к Foam Monitors, Automatic Oscillating and Electrically Operated Monitors Systems установлены в стандарте FM 1421 [34], вступление которого в силу предполагается только 1 мая 2019 г.

Норвежская фирма COWI AS заинтересовалась применением малорасходных ПРС ТРВ типа ПР-ЛСД-С4Уш-ТРВ-ИК (производства ЭФЭР) для защиты памятников деревянного зодчества. В компании COWI A/S (Дания) были проведены сравнительные натурные испытания этих ПРС со спринклерными традиционными АУП и АУП ТРВ [35].

Испытания проводились в высоких деревянных панельных помещениях и на наружных стенах высотой от 7 до 10 м. В заключении испытаний отмечалось, что по расходу воды, времени тушения, прогоранию, площади намокания и глубине обугливания из восьми сравниваемых типов АУП наилучшие результаты продемонстрировали потолочные роботизированные насадки (имеются в виду малорасходные ПРС). Они обеспечивают регистрацию источника пожара гораздо быстрее спринклерных АУП, направленно и оперативно тушат его сосредоточенным потоком ТРВ, причем в 1,6 раза эффективнее, чем три спринклерных распылителя. При более высокой мощности пожара даже такой спринклерный ороситель, как К57 (номинальная температура срабатывания 57 °С) может оказаться абсолютно неэффективным. Высокое быстродействие и направленная подача ОТВ непосредственно в зону горения позволяют уменьшить повреждения от обугливания, воды, намокания и образования дыма. Малорасходные ПРС способны ликвидировать пожар мощностью более 3–4 МВт; при более высокой мощности пожара АУП на базе спринклерных оросителей и распылителей с номинальной температурой срабатывания 57 °С оказались абсолютно неэффективными. Масса воды, пошедшей на тушение пожаров

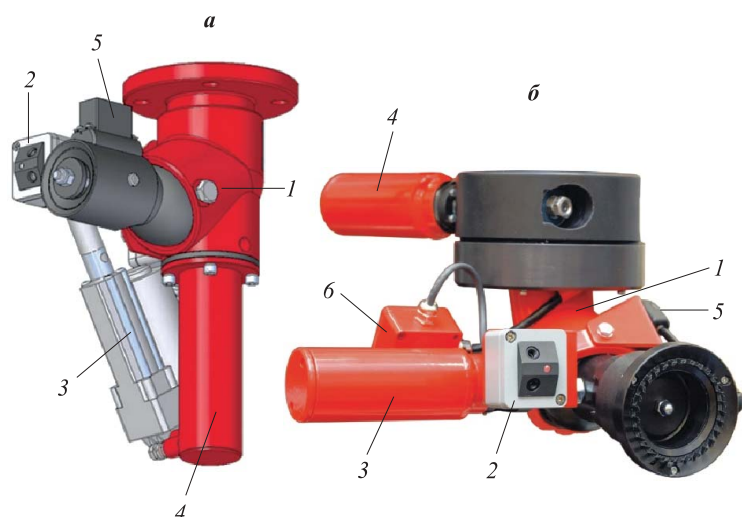


Рис. 2. Пожарные роботизированные стволы: *а* — подвесной мини-ствол ПР-ЛСД-С10Уш-ИК; *б* — подвесной мини-ствол ПР-ЛСД-С4Уш-ИК-ТРВ; 1 — ствол с насадком; 2 — извещатель обнаружения очага загорания и наведения на очаг пожара; 3 — электропривод вертикального перемещения; 4 — электропривод горизонтального перемещения; 5 — электропривод формирования компактной струи или распыленного потока; 6 — блок программного управления

Fig. 2. Robotic fire monitors: *a* — ceiling-installed mini-monitor (firefighting mini robot) FR-LSD-S10Ub-IR; *b* — ceiling-installed mini-monitor (firefighting mini robot) FR-LSD-S4Ub-IR-WM; 1 — monitor with nozzle; 2 — fire detector and fire source targeting device; 3 — vertical rotation electric drive; 4 — horizontal rotation electric drive; 5 — electric drive for the formation of a straight stream or a sprayed stream; 6 — program control unit

спринклерными АУП за 10 мин, составила 0,7–2,4 т. Малорасходные ПРС по сравнению со спринклерными АУП позволяют сократить расход воды более чем на 70 %, а обугливаемую площадь — почти в 15 раз. Спринклерными АУП пожары были потушены в течение нескольких минут менее чем в 1/3 случаев; в 1/3 случаев пожаров была достигнута их локализация, а еще в 1/3 случаев пожары в течение 10 мин вообще не были потушены (т. е. до прибытия пожарных подразделений).

Испытания по определению огнетушащей способности ПРС типа ПР-ЛСД-С10Уш-ИК и малорасходного ПРС ТРВ типа ПР-ЛСД-С4Уш-ИК-ТРВ [7] по программе и методике испытаний*, разработанным Инженерным центром пожарной робототехники “ЭФЭР”, были проведены в 2018 г. на полигоне центра.

Общий вид ПРС производства ЭФЭР приведен на рис. 2 [36].

Исходные параметры и результаты испытаний ПРС представлены в табл. 1.

При испытании двух ПР-ЛСД-С10Уш-ИК они устанавливались с одной стороны относительно МОП. В обоих испытаниях достигнуто эффективное тушение МОП.

Фотокадры испытаний приведены на рис. 3–5.

Следует отметить, что, хотя в ведущих в техническом отношении странах собственно печатные работы по РУП практически отсутствуют, тем не менее с 2016 по 2019 гг. в зарубежной периодике на эту тему было опубликовано три отечественных материала [36–38]!

* Огневые испытания. Определение параметров ликвидации пожара стационарными пожарными роботизированными стволами, входящими в состав роботизированных установок пожаротушения. Программа и методика. — М.: Петрозаводск: ООО “Инженерный центр “ЭФЭР”, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014.



Рис. 3. Расположение при испытании ПРС типа ПР-ЛСД-С10Уш-ИК на высоте 7,5 м (*а*) и 3,2 м (*б*)

Fig. 3. Location of the RFM of type FR-LSD-S10Ub-IR at a height of 7.5 m (*a*) and 3.2 m (*b*) during testing

Новые современные технологии пожаротушения с применением пожарных роботов, выполненных на базе ствольной пожарной техники, представлены в книге [39]. В ней показаны истоки создания РУП в России, последовательное в порядке преемственности совершенствование их конструкции, применение для ликвидации последствий техногенных катастроф, а также возможные аспекты их приме-

Таблица 1. Исходные параметры и результаты испытаний ПРС типа ПР-ЛСД-С4Уш-ИК-ТРВ и ПР-ЛСД-С10Уш-ИК
Table 1. The initial characteristics and the results of testing of the robotic fire monitors (RFM) of the type FR-LSD-S4Ub-IR-WM and FR-LSD-S10Ub-IR

Параметр Characteristic	ПР-ЛСД-С4Уш-ИК-ТРВ FR-LSD-S4Ub-IR-WM	ПР-ЛСД-С10Уш-ИК FR-LSD-S10Ub-IR	
		ПР 1 / FR 1	ПР 2 / FR 2
Тип модельного очага пожара (МОП) по ГОСТ Р 51057–2009 Type of standardized fire (SFS) in accordance with GOST R 51057–2009	0,5А	4А	
Расстояние между ПРС и МОП, м Distance between RFM and SFS, m	12,0	26,5	25,0
Расстояние между ПРС 1 и ПРС 2, м Distance between RFM 1 and RFM 2, m	–	20	
Высота ПРС над уровнем земли, м RFM altitude above ground level, m	3,2	7,5	3,2
Высота основания МОП над уровнем земли, м SFS base height above ground level, m	0,4	0,8	
Давление ОТВ у ПРС, МПа RFM pressure of fire extinguishing agent (FEA), MPa	0,4	0,6	0,6
Расход ПРС, л/с / RFM flow rate, l/sec	4	10	10
Угловая скорость сканирования ПРС в процессе подачи ОТВ на МОП, град/с RFM angular velocity scanning at FEA supply, deg/sec	3		
Угол сканирования относительно центра МОП, град Scanning angle with relative to the SFS center, deg:			
– по горизонтали / horizontal	± 10	± 5	± 3
– по вертикали / vertical	–	5	10
Время начала подачи ОТВ с момента поджига МОП, мин:с FEA supply starting time from the moment of the SFS ignition, min:sec	08:49	11:26	
Продолжительность ликвидации пожара до полного прекращения горения МОП с момента подачи ОТВ, мин:с Duration of fire extinguishing until complete SFS burnout from the moment of the FEA supply, min:sec	6:40	7:58	

нения для защиты уникальных объектов различного назначения. Рассмотрены основные понятия по гидравлике в пожарном деле и баллистике струй, а также по огнеопасным материалам и огнетушащим веществам, применяемым в ствольной технике.

Принцип действия современных РУП может быть реализован в нескольких вариантах, например:

- система общего обзора РУП регистрирует пожар, определяет размеры и относительные координаты очага загорания и выдает команду на наведение на него одной или нескольких ПРС; после наведения на очаг пожара соответствующих ПРС они начинают в заданном программой режиме подавать ОТВ в зону горения;
- система общего обзора РУП регистрирует пожар и выдает команду на соответствующее количество входящих в ее состав ПРС на поиск очага пожара; после обнаружения очага извещателем наведения первого из ПРС он через систему управления определяет размеры и относительные ко-

ординаты пламени и выдает команду на наведение на объект защиты пожарного ствола ПРС.

Система управления РУП позволяет обеспечить формирование нескольких запрограммированных режимов подачи ОТВ в виде как стоячей, так и сканирующей компактной струй или распыленного потока. Остальные ПРС либо наводятся по указанию системы управления РУП на этот же очаг пожара, либо, если этого не требуется, не принимают участия в тушении пожара. Угол струи может варьироваться в пределах до 90° включ.

Существенным преимуществом РУП перед спринклерными АУП является возможность обнаруживать и ликвидировать очаг пожара площадью всего 0,1 м², сосредоточив подачу ОТВ с одинаковым нормативным расходом как для АУП, так и для РУП. Для РУП продолжительность регистрации и наведения на очаг пожара ПРС составляет не более 30 с, а для спринклерных АУП превышает 5 мин. Однако за 5 мин пожар может принять неконтроли-



МОП / SFS



00:00 Поджиг / 00:00 Ignition



05:00 Развитие пожара / 05:00 Fire development



11:00 Развитие пожара / 11:00 Fire development



11:26 Начало тушения / 11:26 Start of extinguishing



11:40 Тушение / 11:40 Extinguishing



13:55 Тушение / 13:55 Extinguishing



17:47 Тушение / 17:46 Extinguishing



19:24 Конец тушения / 19:24 End of extinguishing



Результат тушения / Result of extinguishing

Рис. 4. Испытание ПРС типа ПР-ЛСД-С10Уш-ИК по тушению МОП ранга 4А

Fig. 4. Testing of the RFM of type FR-LSD-S10Ub-IR at extinguishing of the SFS class 4A



00:00 Поджиг МОП / 00:00 Ignition of SFS



03:30 Развитие пожара / 03:30 Fire development



08:35 Развитие пожара / 08:35 Fire development



08:49 Начало тушения / 08:49 Start of extinguishing



09:19 Тушение / 09:19 Extinguishing



13:00 Тушение / 13:00 Extinguishing



15:29 Конец тушения / 15:29 End of extinguishing



Результат тушения / Result of extinguishing

Рис. 5. Испытание ПРС ТРВ типа ПР-ЛСД-С4Уш-ИК-ТРВ по тушению МОП ранга 0,5А (высота ПРС ТРВ 3,2 м)

Fig. 5. Testing of the water mist RFM of type FR-LSD-S4Ub-IR-WM at extinguishing of the SFS class 0.5A (the height of the water mist RFM is 3.2 m)

руемый характер, который не всегда поддается даже локализации.

Вместе с тем следует учитывать, что любая угловая погрешность (навигации, атаки ОТВ, позиционирования, визирования извещателя наведения или возвышения ствола ПРС), составляющая 1° , на расстоянии 20 м приводит к смещению компактной струи или распыленного потока ОТВ либо траектории сканирования на 0,35 м, при погреш-

ности 2° величина смещения практически удваивается. Много это или мало 1 и 2° ? Допустим, что угловая погрешность относительно пламени двухсторонняя. Тогда для пятна ОТВ, имеющего в момент соприкосновения с объектом защиты диаметр 0,5 м, его необходимо увеличить соответственно на 0,7 и 1,4 м. Увеличится и площадь орошения с 0,2 до 1,13 и 2,84 м^2 . Однако при неизменном расходе значительно сократится интенсивность орошения:

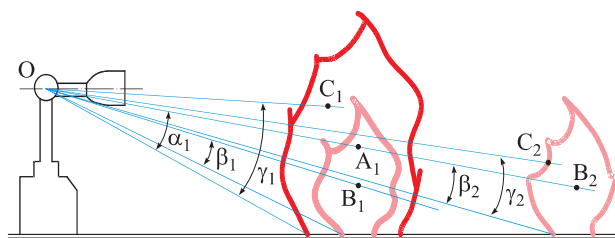


Рис. 6. Способы подачи ОТВ на очаг пожара из ПРС: A_1, B_1 — энергетические центры большого и меньшего по размерам пламен, находящихся на равном расстоянии от ПРС; B_2 — энергетический центр удаленного пламени; C_1, C_2 — точки, находящиеся на контурах пламен; $\alpha_1, \beta_1, \beta_2, \gamma_1, \gamma_2$ — угловые координаты подачи ОТВ относительно обреза пламени

Fig. 6. The supply methods of the FEA to the fire from RFM: A_1, B_1 — energy centers of the larger and the smaller flames that are at equal distance from the RFM; B_2 — energy center of the remote flame; C_1, C_2 — points located on the contours of the flames; $\alpha_1, \beta_1, \beta_2, \gamma_1, \gamma_2$ — the angular coordinates of the FEA supply relative to the flame edge

соответственно в 5,65 и 14 раз! Если же произойдет суммирование погрешностей для нескольких углов, то интенсивность орошения еще более резко упадет. Тем не менее даже при этих условиях и обеспечении квазиравномерности орошения, например, за счет вибрирующей или осциллирующей подачи ОТВ интенсивность орошения будет составлять порядка $0,5 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, т. е. для группы помещений 1 будет превышать нормативное значение для спринклерного оросителя в 6,25 раз.

Для подвесных ПРС наиболее целесообразно обеспечить подачу ОТВ в энергетический центр пламени. Однако для напольных ПРС ни этот способ, ни тем более способ наведения на какую-либо произвольную точку, находящуюся на контуре пламени, при небольших расстояниях между стволом и очагом пожара и значительных размерах пламени не дает удовлетворительных результатов по эффективности тушения, так как ОТВ не воздействует непосредственно на зону горения, а проникая сквозь высокотемпературную зону, орошает не подверженную огню удаленную площадь.

Угол наведения при одном и том же расстоянии между очагом пожара и визированием лафетного ствола зависит от размеров пламени (рис. 6) [26, 27].

Например, при одинаковом удалении от пожарного ствола, но при различной высоте и площади очага горения энергетические центры большого A_1 и меньшего по размеру пламен B_1 имеют различные полярные координаты относительно оси ствола O . Угол наведения в зону пламени также зависит от его размеров: чем больше пламя, тем значительнее расхождение по углу наведения ($\alpha_1 > \beta_1$).

Угловая разность наведения на любую точку, находящуюся на контуре пламени, например C_1 или C_2 , может иметь еще большее значение ($\gamma_1 \gg \beta_1; \gamma_2 \gg \beta_2$).

В связи с этим при тушении пожаров класса В для напольных РУП наиболее предпочтительным является способ подачи ОТВ под обрез пламени, так как при этом вне зависимости от его размеров доставка огнетушащего вещества осуществляется непосредственно в зону горения, вследствие чего существенно повышается эффективность тушения пожара.

2. Особенности тушения пожаров стоячими (статическими) и сканирующими струями ПРС

В связи со значительными достижениями в области конструирования ПРС и программного обеспечения РУП, с широким внедрением этих технических средств для противопожарной защиты объектов различного назначения основной акцент в исследовательских работах перенесен на решение практических вопросов, связанных с разработкой нормативных требований по проектированию РУП.

Основные проблемы в процессе проектирования РУП, в состав которых входят ПРС, возникают при определении расстояния между смежными ПРС; выборе способа обнаружения очага пожара; определении угла возвышения ствола ПРС относительно этого очага, допустимых размеров очага пожара (площади пожара, которую необходимо подвергнуть орошению); выборе типа струи или потока ОТВ (компактная или распыленная, стоячая, вибрирующая, маятниковая или сканирующая), способа определения расстояния до очага, характера баллистики струй (навесная или действующая по фронту объекта защиты); при решении вопроса о том, чего необходимо достичь при подаче ОТВ — накрыть струей сразу весь очаг пожара или обеспечить сканирование в пределах горящей поверхности.

Именно эти навигационные параметры определяют в дальнейшем вычисление расхода ОТВ и интенсивности орошения поверхности объекта защиты при воздействии на нее водяной струи.

Проекция орошаемого пятна навесных или фронтальных статических (стоячих) либо строчных сканирующих струй, формируемых стволом ПРС, в зависимости от угла, под которым подается струя на объект защиты, как частный идеальный случай может иметь форму круга или чаще — вытянутого эллипса.

Тушение пожаров стоячими или строчными сканирующими струями (фронтальными, скользящими или навесными), формируемыми ПРС, имеет ряд существенных особенностей по сравнению с тушением пожаров распыленными потоками, диспергируемыми из оросителей спринклерных и дренчерных АУП, которые необходимо учитывать при проектировании пожарной защиты объекта:

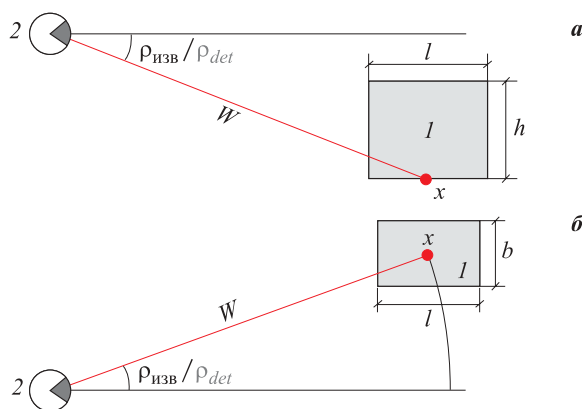


Рис. 7. Примеры визирования извещателя наводнения на очаг пожара: *а* — фронтальное, под обрез пламени; *б* — по центру горизонтальной поверхности пожарной нагрузки (или по энергетическому центру); *I* — объект защиты; *2* — извещатель наводнения на очаг пожара; *W* — линия визирования извещателя; *l, b, h* — соответственно длина, ширина (глубина) и высота объекта защиты; *x* — точка визирования извещателя; $\rho_{изв}$ — угол визирования извещателя наводнения

Fig. 7. Examples of sighting of the fire targeting detector: *a* — frontal, to the edge of the flame; *b* — to the centre of the horizontal surface of the fire load (or energy centre); *I* — protected object; *2* — fire targeting detector; *W* — detector sighting line; *l, b, h* — length, breadth and height of the protected object; *x* — detector sighting point; ρ_{det} — sighting angle of the fire targeting detector

- прежде чем приступить к тушению пожара в соответствии с алгоритмом функционирования ПРС, должно быть предусмотрено автоматическое определение координат загорания, поиск пламени и ориентация на него ствола ПРС (рис. 7);
- тушение пожара может осуществляться как статическими (стоячими), вибрирующими, осциллирующими (маятниковыми), так и сканирующими (перемещающимися в угловых координатах) струями;
- при строчном сканировании стволом ПРС каждая точка защищаемой зоны подвергается воздействию пятна ОТВ периодически;
- длина и количество строк в растре сканирования зависят от вида, типа и габаритных размеров защищаемой пожарной нагрузки (расположения горючих материалов, технологического оборудования и т. п.), а также от диаметра компактной струи или распыленного потока ОТВ;
- при защите объекта определенных линейных размеров диапазон углов сканирования, а следовательно, и продолжительность цикла сканирования зависят от расстояния между ПРС и защищаемой зоной;
- диапазон углов сканирования, кроме предельно допустимых линейных размеров в ширину и глубину пожарной нагрузки, определяется также погрешностью навигации ствола ПРС на очаг по-

жара (погрешностью наведения и позиционирования, т. е. отработки циклической программы);

- алгоритм наведения ПРС на очаг пожара, вид технических средств обнаружения пожара, координаты наведения пожарного ствола на очаг пожара выбираются в зависимости от класса сложности решаемых задач (рис. 8);
- необходимость подачи струи ОТВ под обрез или в эпицентр пламени регламентируется агрегатным состоянием пожарной нагрузки и видом ОТВ;
- дальность подачи струи зависит от скорости сканирования, давления у ПРС и угла возвышения ствола ПРС;
- подача струи ОТВ (компактной или распыленной) должна осуществляться с учетом угла коррекции, а также в зависимости от расстояния между ПРС и защищаемым объектом (очагом пожара) (рис. 9).

Чем больше расстояния *L* и *l* между стволом ПРС и очагом пожара, тем, соответственно, больше углы ϕ , $\rho_{ПРС}$ и $\rho_{изв}$. При $L > l$ имеем: $\phi_L > \phi_l$; $\rho_{ПРС-L} > \rho_{ПРС-l}$; $\rho_{изв-L} > \rho_{изв-l}$.

При проектировании РУП может быть реализован один из вариантов алгоритма функционирования по обнаружению пожара и навигации ствола ПРС на очаг пожара:

1 — регистрация очага пожара пожарным извещателем общего обзора или пожарным зонным извещателем с последующей выдачей соответствующей команды на один или несколько ПРС для наведения на очаг пожара;

2 — регистрация очага пожара системой технического зрения (СТЗ) с последующей выдачей соответствующих координат загорания для автоматического наведения одного или нескольких ПРС непосредственно на очаг пожара.

В процессе навигации и тушения пожара система управления РУП должна автоматически принимать решения по определению:

- способа подачи струи ОТВ на очаг пожара (навесным распыленным потоком, сканирующими струями или только одной струей под обрез пламени);
- величины угла факела струи ОТВ в зависимости от дальности подачи струи;
- изначальной подачи ОТВ (на горизонтальную или вертикальную поверхность, выше кромки защищаемой площади, в эпицентр горения, под обрез пламени или на боковой абрис);
- угла коррекции (в зависимости от дальности и давления подачи струи ОТВ).

При тушении пожарной нагрузки из твердых горючих материалов небольшой высоты, расположенной на горизонтальной поверхности, или про-



Рис. 8. Алгоритм наведения ПРС на очаг пожара / Fig. 8. Algorithm of the FEA targeting onto the fire source

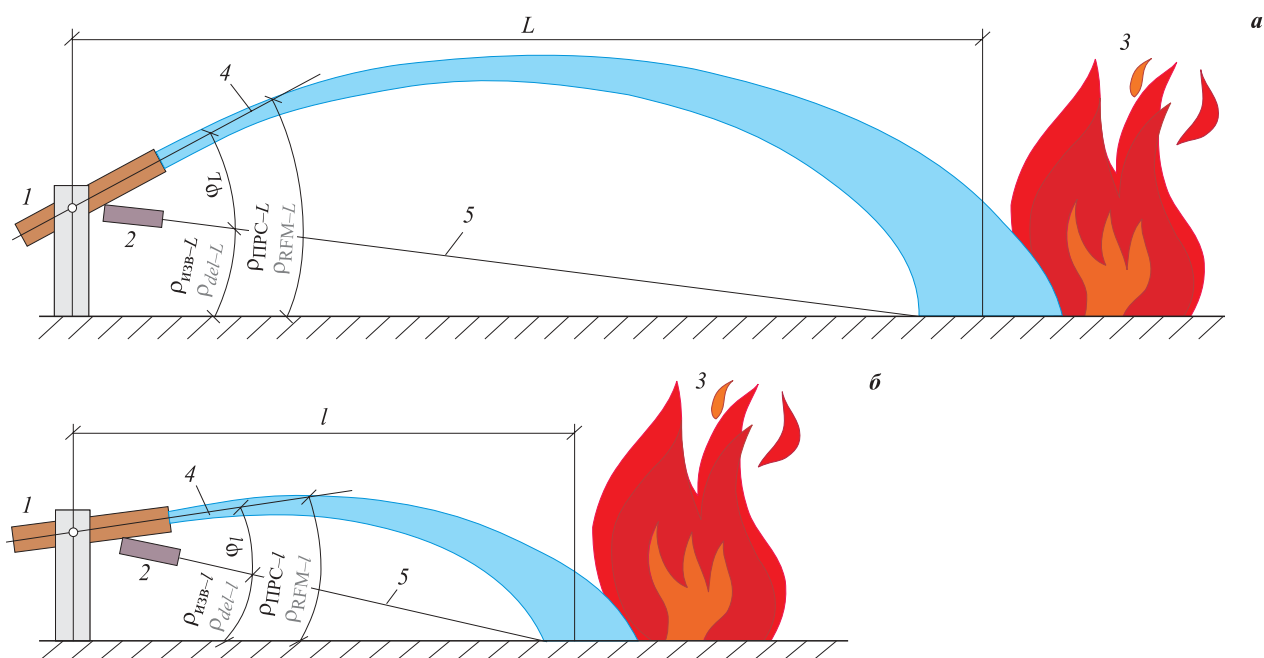


Рис. 9. Зависимость угла коррекции от расстояния между ПРС и очагом пожара: а — при $L \geq l$; б — при $l \leq L$; 1 — ПРС; 2 — извещатель наведения; 3 — очаг пожара; 4 — линия возвышения ствола ПРС; 5 — линия визирования извещателя наведения; L, l — расстояние до очага пожара; $\rho_{\text{PRC-L}}, \rho_{\text{PRC-l}}$ — угол возвышения ствола ПРС; $\rho_{\text{изв-L}}, \rho_{\text{изв-l}}$ — угол визирования извещателя наведения; φ_L, φ_l — угол коррекции

Fig. 9. The dependence of the correction angle on the distance between the RFM and the fire source: а — at $L \geq l$; б — at $l \leq L$; 1 — RFM; 2 — targeting detector; 3 — source of fire; 4 — RFM elevation line; 5 — detector sighting line; L, l — the distance to the fire source; $\rho_{\text{RFM-L}}, \rho_{\text{RFM-l}}$ — elevation angle of the RFM; $\rho_{\text{det-L}}, \rho_{\text{det-l}}$ — sighting angle of the fire targeting detector; φ_L, φ_l — correction angle

ливов жидкости ОТВ необходимо подавать под обрез пламени. При защите технологического оборудования сложной конфигурации целесообразно осуществлять орошение несколькими сканирующими

ми строками. При защите вертикальных поверхностей от тепловых воздействий может быть достаточно одной сканирующей строки в заданную зону (например, по верхней кромке этой поверхности).

3. Основные положения нормативных документов по проектированию и испытанию РУП

Основные требования и методы испытаний РУП и ПРС приведены в ГОСТ Р 53326–2009, а общие положения по проектированию — в СП 5.13130.2009 [40] (далее — СП 5) и в ВНПБ-СТО [41]. Однако при проектировании РУП применительно к конкретному объекту защиты возникает неопределенность: какие предельные по площади очаги пожара могут быть ликвидированы или локализованы, с каким расходом ОТВ и на каком расстоянии до ПРС (поскольку эти сведения в нормативных документах отсутствуют).

Перед проектированием РУП необходимо определиться с максимально допустимыми размерами очага пожара (в том числе с учетом погрешности навигации на очаг пожара и погрешности позиционирования), при которых еще можно обеспечить ликвидацию или локализацию пожара, так как именно эти параметры определяют давление и расход ОТВ, а также связанную с ними баллистику компактной струи или распыленного потока. Однако диапазон сканирования стволом ПРС определяется не только допустимыми размерами очага пожара, но и погрешностями навигации на него и позиционирования.

В свою очередь, допустимые размеры очага пожара зависят от чувствительности и быстродействия аппаратуры обнаружения загорания и продолжительности навигации ствола ПРС на очаг пожара, погрешностей навигации и позиционирования. Быстродействие обнаружения загорания определяется чувствительностью СТЗ, извещателя общего обзора (или зонных извещателей) или извещателя

наведения, обеспечивающих с заданной точностью навигацию ствола ПРС по наведению компактной струи или распыленного потока ОТВ на очаг пожара. Чувствительность СТЗ и извещателей зависит от интенсивности излучения пламени, его спектральной характеристики и расстояния до очага пожара.

Согласно ГОСТ Р 53326–2009 чувствительность извещателей проверяется по методике, изложенной в ГОСТ Р 50898–96 применительно только к тестовому очагу пламени ТП-5 (табл. 2). Но даже если учитывать и другие очаги пожара, например ТП-2, ТП-4, ТП-6, то и они не исчерпывают всего многообразия горючих материалов.

Допустимое по ГОСТ Р 50898–96 быстродействие извещателей (180–510 с) слишком велико, но даже если при реальном очаге пожара время срабатывания будет меньше, то насколько? При принятой угловой скорости наведения 9 град/с, расстоянии всего примерно 20 м до объекта защиты и при быстродействии порядка 1 с пробег по фронтальной плоскости очага пожара составит около 3 м. Сократить это время до минимума можно при условии, что регистрация пожара осуществляется СТЗ с последующей выдачей соответствующих координат загорания для автоматической навигации ствола ПРС непосредственно на очаг пожара или закрепленным на ПРС извещателем наведения, который в процессе навигации и поиска очага пожара совершает движение одновременно со стволом ПРС в вертикальной и горизонтальной плоскостях и фиксирует начальные и конечные координаты очага пожара. Следует отметить, что будущее несомненно за системой технического зрения. В настоящее время проводятся интенсивные работы по применению СТЗ в качестве самостоятельной системы пожар-

Таблица 2. Время срабатывания извещателя на тестовый очаг пожара / **Table 2.** Detector response time to test fire source

Тестовый очаг пожара Test fire source	Характеристика тестового очага пожара Test fire source characteristic	Время срабатывания извещателя, с, не более Detector response time, sec, not more than
ТП-2 Горение древесины TP-2 Wood burning	70 буковых брусков размером 10×20×250 мм каждый, уложенных в 7 слоев 70 beech bars of 10×20×250 mm each, laid in 7 layers	370
ТП-4 Горение полимерных материалов TP-4 Polymer materials burning	3 мата из пенополиуретана размером 500×500×20 мм каждый 3 polyurethane foam mats of 500×500×20 mm each	180
ТП-5 Горение ЛВЖ с выделением дыма TP-5 HFL burning with smoke	650 г смеси гептана (97 % об.) и толуола (3 % об.) в поддоне размером 330×330×50 мм 650 g of a heptane (97 % vol.) and toluene (3 % vol.) mixture in a pallet of 330×330×50 mm	240
ТП-6 Горение ЛВЖ без выделения дыма TP-6 HFL burning without smoke	2000 г смеси этилового (90 % об.) и метилового (10 % об.) спирта в поддоне размером 435×435×50 мм 2000 g of mixture of an ethyl (90 % vol.) and methyl (10 % vol.) alcohol in a pallet of 435×435×50 mm	510

ной сигнализации и аппаратуры обнаружения загораний в составе АУП.

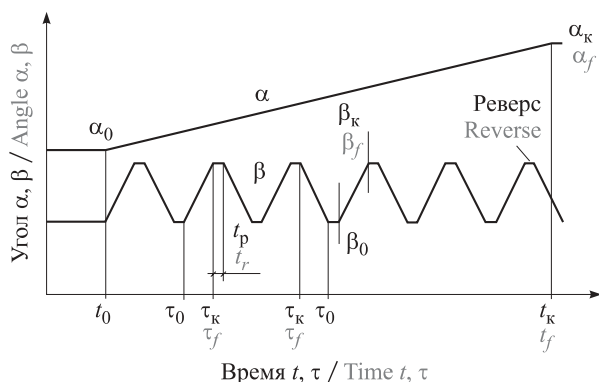


Рис. 10. Угловые перемещения ствола ПРС при наведении на очаг пожара: α, β — угловые перемещения ствола ПРС соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях; $\alpha_0, \alpha_k, \beta_0, \beta_k$ — то же, в начальном и конечном положении цикла поиска; t, τ — продолжительность перемещения соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях; t_0, t_k, τ_0, τ_k — то же, в момент соответственно начала и окончания цикла поиска; t_r — продолжительность реверса

Fig. 10. Angular rotations of the monitor RFM during targeting at the fire source: α, β — angular rotations of the monitor RFM in the horizontal and vertical planes; $\alpha_0, \alpha_k, \beta_0, \beta_k$ — the same, in the initial and final position of the search cycle; t, τ — duration of the rotation in the horizontal and vertical planes; t_0, t_k, τ_0, τ_k — the same, at the start and the end of the search cycle; t_r — reverse duration

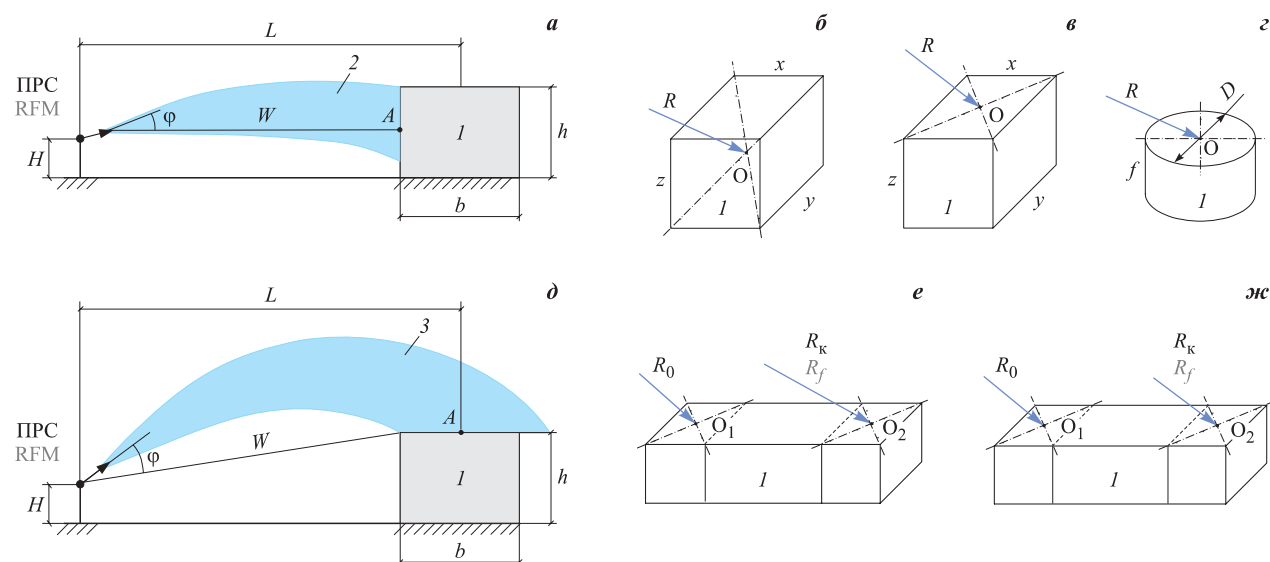


Рис. 11. Виды струй: а, б — фронтальная; в-ж — навесная; а-в, д, е — очаг пожара класса А; г, ж — очаг пожара класса В; а-д — статическая (стоячая) струя; е, ж — сканирующая струя; 1 — объект защиты; 2 — фронтальная струя; 3 — навесная струя; L — расстояние между ПРС и объектом защиты; φ — угол коррекции (между осью визирования извещателя наведения и осью ствола ПРС); R — направление подачи струи; W — линия визирования извещателя наведения; h, b — соответственно высота и ширина (глубина) объекта защиты; H — высота оси вращения ствола ПРС

Fig. 11. Types of streams: a, b — frontal; v-zh — high-angle; a-v, d, e — fire source of a class A; g, zh — center of fire source of a class B; a-d — static (stationary) stream; e, ж — scanning stream; 1 — protected object; 2 — frontal stream; 3 — high-angle stream; L — distance between the RFM and the protected object; φ — the correction angle (between the detector sighting axis and the RFM axis); R — the stream direction; W — detector sighting line; l, b, h — length, breadth (depth) and height of the protected object; H — the RFM rotation axis height

Графики угловых перемещений ствола ПРС в горизонтальной и вертикальной плоскостях при наведении на очаг пожара приведены на рис. 10.

В реальных условиях спектральная характеристика пожара может существенным образом отличаться от тестового очага пожара. Высокая чувствительность извещателя по ГОСТ Р 50898–96, например, к очагу ТП-5 никак не означает, что он обладает приемлемой чувствительностью к спектру излучения пламени реального очага пожара.

Извещатель наведения, осуществляющий поиск и регистрацию угловых координат пожара, имеет зону нечувствительности β с обеих сторон пламени, на которую он не реагирует. На практике струя наводится на очаг пожара, во-первых, с определенной погрешностью навигации на угол α и погрешностью позиционирования на угол η , связанными со специфическими особенностями кинематики механизма привода и системы управления ПРС. Согласно ГОСТ Р 53326–2009 максимальная погрешность угла α не должна превышать 2° .

В методике определения погрешностей навигации и позиционирования ствола ПРС, приведенной в ГОСТ Р 53326–2009, не указывается, каким образом эти погрешности должны быть учтены при проектировании РУП и каким образом они будут влиять на принятый расход ОТВ. В связи с этим возникают проблемы и при обосновании расхода ОТВ, так как

отсутствуют рекомендации по предельно допустимым погрешностям, при которых правомерно заимствование из табл. 5.1–5.3 СП 5 [40].

Следует учесть, что преимуществом РУП перед спринклерными АУП является возможность тушить начальный очаг загорания всем расходом (нормативно приравненным для обоих видов установок), что на ранних стадиях загорания по быстродействию и эффективности на порядок выше показателей спринклерных АУП. При увеличении площади очага интенсивность, естественно, снижается.

Вместе с тем надо учитывать различия в структуре и форме потока, генерируемого оросителями АУП и стволом ПРС. Для любого типа оросителя основным параметром, влияющим на эффективность тушения пожара, является интенсивность орошения в пределах определенной защищаемой площади. По-

ток ОТВ из традиционного оросителя, как правило, направлен вниз перпендикулярно горизонтальной поверхности, поэтому проекция орошаемого пятна представляет собой площадь круга. Ствол ПРС может формировать как статические, так и сканирующие струи (фронтальные, навесные), причем вектор скорости струи в зависимости от расположения ПРС относительно защищаемого объекта может быть направлен вверх, горизонтально или вниз (рис. 11).

Согласно п. 7.1.9 СП 5 [40] каждая точка помещения или защищаемого оборудования должна находиться в зоне действия не менее двух ПРС, причем они могут быть расположены как с одной стороны относительно объекта защиты, так и с противоположных сторон.

Продолжение следует

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Shanee Honig, Tal Oron-Gilad*. Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development // *Frontiers in Psychology*. — 2018. — Vol. 9. — Article No. 861. — 21 p. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00861.
2. Аналитическое исследование: мировой рынок робототехники. — М. : Национальная Ассоциация участников рынка робототехники, 2016. — 157 с. URL: http://robotforum.ru/assets/files/000_News/NAURR-Analiticheskoe-issledovanie-mirovogo-rinka-robototekhniki-%28yanvar-2016%29.pdf (дата обращения: 05.01.2019).
3. *Marchant G. E., Allenby B., Arkin R. C., Borenstein J., Gaudet L. M., Kittrie O., Lin P., Lucas G. R., O'Meara R., Silberman J.* International governance of autonomous military robots // *Handbook of unmanned aerial vehicles* / *Valavanis K. P., Vachtsevanos G. J.* (eds). — Dordrecht : Springer, 2015. — P. 2879–2910. DOI: 10.1007/978-90-481-9707-1_102.
4. *Møller Michael*. UN meeting targets 'killer robots' // *UN News*. — 14 May 2014. URL: <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=47794> (дата обращения: 07.01.2019).
5. *Cummings M. L.* Unmanned robotics and new warfare: a pilot/professor's perspective // *Harvard National Security Journal*. — 24 March 2010. URL: <http://harvardnsj.org/2010/03/unmanned-robotics-new-warfare-a-pilotprofessors-perspective/> (дата обращения: 07.01.2019).
6. 11 police robots patrolling around the world // *Wired*. — 24 July 2016. URL: <https://www.wired.com/2016/07/11-police-robots-patrolling-around-world/> (дата обращения: 05.01.2019).
7. *Бойко Алексей (ABloud)*. Каталог пожарных роботов. Пожарные роботы. Роботизированная техника для борьбы с пожарами. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-pozharnyh-robotov> (дата обращения: 05.01.2019).
8. *Tan Chee Fai, Liew S. M., Alkahari M. R., Ranjit S. S. S., Said M. R., Chen W., Rauterberg G. W. M., Sivakumar D., Sivarao*. Fire fighting mobile robot: state of the art and recent development // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. — 2013. — Vol. 7, No. 10. — P. 220–230.
9. Fire robots and fire robots technology: product catalogue 2015–2016. — Petrozavodsk : "FR" Engineering Centre of Fire Robots Technology, LLC. Publ., 2017. — 23 p. URL: <http://www.russchinatrade.ru/assets/files/ru-offer/FR%E4%BA%A7%E5%93%81%E7%9B%AE%E5%BD%952015%E8%8B%B1%E6%96%87%E7%89%88.pdf> (дата обращения: 20.12.2018).
10. Роботы в промышленности — их типы и разновидности. Робототехника, 3D-принтеры. Блог компании Top 3D Shop. URL: <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/403323/> (дата обращения: 25.12.2018).
11. *Melanson Tony*. What Industry 4.0 means for manufacturers. URL: <https://aethon.com/mobile-robots-and-industry4-0/> (дата обращения: 05.01.2019).
12. Каталог решений роботизированного транспорта. Транспорт и роботы. Зарубежные решения. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-resheniy-robotizirovannogo-transporta> (дата обращения: 10.01.2019).

13. *Ruggiero Alexander, Salvo Sebastian, Laurent Chase St.* Robotics in construction: IQP Final Report 3/24/2016. — Massport, 2016. — 78 p. URL: <http://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-032316-150233/unrestricted/FinalReport.pdf> (дата обращения: 10.01.2019).
14. Robots in Agriculture. URL: <http://www.intorobotics.com/35-robots-in-agriculture/> (дата обращения: 05.01.2019).
15. *Juan Jesús Roldán, Jaime del Cerro, David Garzón Ramos, Pablo Garcia Aunon, Mario Garzón, Jorge de León, Antonio Barrientos.* Robots in agriculture: State of art and practical experiences // Service Robots / Rolf Dieter Schraft, Gernot Schmieder. — New York : A K Peters / CRC Press, 2018. — 228 p. DOI: 10.5772/intechopen.69874.
16. *Van Oost E., Reed D.* Towards a sociological understanding of robots as companions // HRP 2010: Human-Robot Personal Relationships. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering / Lamers M. H., Verbeek F. J. (eds). — Heidelberg : Springer. — P. 11–18. DOI: 10.1007/978-3-642-19385-9_2.
17. *Van der Plas A., Smits M., Wehrmann C.* Beyond speculative robot ethics: a vision assessment study on the future of the robotic caretaker // Accountability in Research. — 2010. — Vol. 17, Issue 6. — P. 299–315. DOI: 10.1080/08989621.2010.524078.
18. *Van Wynsberghe A.* Designing robots for care: care centered value-sensitive design // Science and Engineering Ethics. — 2013. — Vol. 19, Issue 2. — P. 407–433. DOI: 10.1007/s11948-011-9343-6.
19. *Robinette P., Howard A., Wagner A. R.* Conceptualizing overtrust in robots: why do people trust a robot that previously failed? // Autonomy and artificial intelligence: a threat or savior? / Lawless W. F., Mittu R., Sofge D., Russell S. (eds). — Cham : Springer, 2017. — P. 129–155. DOI: 10.1007/978-3-319-59719-5_6.
20. *Ефанов В., Мартынов М., Пичхадзе К.* Космические роботы для научных исследований // Наука в России. — 2012. — № 1. — С. 4–11.
21. *Royakkers L., van Est R.* A literature review on new robotics: automation from love to war // International Journal of Social Robotics. — 2015. — Vol. 7, Issue 5. — P. 549–570. DOI: 10.1007/s12369-015-0295-x.
22. *Honig S., Oron-Gilad T.* Understanding and resolving failures in human-robot interaction: literature review and model development // Frontiers in Psychology. — 2018. — Vol. 9. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00861.
23. Автоматическая установка с самонаведением средств тушения на очаг пожара // Пожарное дело. — 1970. — № 2. — С. 257.
24. А. с. 257300 СССР. МПК A62C 37/10 (2000.01), A62C 37/40 (2000.01). Устройство для наведения огнетушащей струи на очаг пожара / Веселов А. И., Абдеев М. Г., Балагин П. Г. — № 1206295.29-14; заявл. 26.12.1967; опубл. 11.11.1969, Бюл. № 35.
25. А. с. 370950 СССР. МПК A62C 37/04 (2000.01). Устройство для наведения огнетушащей струи на очаг пожара / Мешман Л. М. — № 1488694/29-14; заявл. 02.11.1970; опубл. 22.11.1973, Бюл. № 12.
26. *Веселов А. И., Мешман Л. М.* Автоматическая пожаро- и взрывозащита предприятий химической и нефтехимической промышленности. — М. : Химия, 1975. — 280 с.
27. *Weselow A. I., Meschman L. M.* Automatischer brand- und explosionschutz. — Berlin : Staatsverlag DDR, 1979. — 200 s.
28. *Попов Н. Л., Горбань Ю. И.* Пожарные роботы // Пожарное дело. — 1986. — № 7. — С. 20–21.
29. *Мешман Л. М., Верещагин С. Н.* Современная пожарная робототехника : обзорная информация. — М. : ГИЦ МВД СССР, 1988. — 42 с.
30. *Мешман Л. М., Пивоваров В. В., Гомозов А. В., Верещагин С. Н.* Пожарная робототехника. Со-стояние и перспективы использования : обзорная информация. — М. : ВНИИПО МВД СССР, 1992. — 82 с.
31. *Мешман Л. М., Верещагин С. Н., Широков С. М., Алдонясов В. И.* Баллистика сканирующих струй // Пожарная техника и тушение пожаров. — М. : ВНИИПО МВД СССР, 1990. — С. 61–66.
32. НПБ 84–2000. Установки водяного и пенного пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016071> (дата обращения: 10.01.2019).
33. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (в ред. от 29.07.2017). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 25.12.2018).
34. FM 142.1. Approval Standard for Fire Protection Monitor Assemblies. FM Approvals LLC, 2018. — 28 p.
35. *Jensen G.* Fire fighting systems: Comparison of performances of interior and exterior applications at large wood buildings. KA PROJECT. Test report A075349. Final. — Trondheim : COWI AS, 2018. — 26 p. (in Norwegian).
36. *Gorban Yu. I.* An automated fire-fighting complex integrating a television system. European patent 2599525B; publ. date 30.12.2015, Bull. 53.

37. Gorban Yu. I. Fire robots // *Industrial Fire Journal*. — 2016. — No. 103. — P. 12–13.
38. Пат. 2677622 Российская Федерация. МПК А62С 35/00 (2006.01). Роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа / Горбань Ю. И. — № 2018116814; заявл. 04.05.2018; опубл. 17.01.2019, Бюл. № 2.
39. Горбань Ю. И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране. — М. : Пожнаука, 2013. — 352 с.
40. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (ред. от 01.06.2011). URL: <http://base.garant.ru/195658/> (дата обращения: 15.12.2018).
41. ВНПБ 39–16 (СТО 1682.0017–2015). Роботизированная установка пожаротушения. Нормы и правила проектирования. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2016. — 84 с.

REFERENCES

1. Shanee Honig, Tal Oron-Gilad. Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development. *Frontiers in Psychology*, 2018, vol. 9, article no. 861. 21 p. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00861.
2. *Analiticheskoye issledovaniye: mirovoy ryok robototekhniki* [Analytical study: robotic technologies world market]. Moscow, Russian Association of Robotics Publ., 2016. 157 p. (in Russian). Available at: [http://robotforum.ru/assets/files/000 News/NAURR-Analiticheskoe-issledovanie-mirovogo-rinka-robototekhniki-%28yanvar-2016%29.pdf](http://robotforum.ru/assets/files/000%20News/NAURR-Analiticheskoe-issledovanie-mirovogo-rinka-robototekhniki-%28yanvar-2016%29.pdf) (Accessed 5 January 2019).
3. G. E. Marchant, B. Allenby, R. C. Arkin, J. Borenstein, L. M. Gaudet, O. Kittrie, P. Lin, G. R. Lucas, R. O'Meara, J. Silberman. International governance of autonomous military robots. In: K. P. Valavanis, G. J. Vachtsevanos (eds). *Handbook of unmanned aerial vehicles*. Dordrecht, Springer, 2015, pp. 2879–2910. DOI: 10.1007/978-90-481-9707-1_102.
4. Michael Møller. UN meeting targets 'killer robots'. *UN News*, 14 May 2014. Available at: <http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=47794> (Accessed 7 January 2019).
5. M. L. Cummings. Unmanned robotics and new warfare: a pilot/professor's perspective. *Harvard National Security Journal*, 24 March 2010. Available at: <http://harvardnsj.org/2010/03/unmanned-robotics-new-warfare-a-pilotprofessors-perspective/> (Accessed 7 January 2019).
6. 11 police robots patrolling around the world. *Wired*, 24 July 2016. Available at: <https://www.wired.com/2016/07/11-police-robots-patrolling-around-world/> (Accessed 5 January 2019).
7. Aleksey Boyko (ABloud). *Catalog of firefighting robots. Firefighting robots. Robotic technologies for firefighting* (in Russian). Available at: <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-pozharnyh-robotov> (Accessed 5 January 2019).
8. Chee Fai Tan, S. M. Liew, M. R. Alkahari, S. S. S. Ranjit, M. R. Said, W. Chen, G. W. M. Rauterberg, D. Sivakumar, Sivarao. Fire fighting mobile robot: state of the art and recent development. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2013, vol. 7, no. 10, pp. 220–230.
9. *Fire robots and fire robots technology. Product catalogue 2015–2016*. Petrozavodsk, "FR" Engineering Centre of Fire Robots Technology, LLC. Publ., 2017. 23 p. Available at: <http://www.russchinatrade.ru/assets/files/ru-offer/FR%E4%BA%A7%E5%93%81%E7%9B%AE%E5%BD%952015%E8%8B%B1%E6%96%87%E7%89%88.pdf> (Accessed 20 December 2018).
10. *Industrial robots — types and varieties. Robotic technologies, 3D printers. Top 3D company blog* (in Russian). Available at: <https://habr.com/ru/company/top3dshop/blog/403323/> (Accessed 25 December 2018).
11. Tony Melanson. *What Industry 4.0 means for manufacturers*. Available at: <https://aethon.com/mobile-robots-and-industry4-0/> (Accessed 5 January 2019).
12. *Catalog of robotic transport solutions. Transport and robots. Foreign solutions* (in Russian). Available at: <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-resheniy-robotizirovannogo-transporta> (Accessed 10 January 2019).
13. Alexander Ruggiero, Sebastian Salvo, Chase St. Laurent. *Robotics in construction. IQP Final Report 3/24/2016*. Massport, 2016. 78 p. Available at: <http://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-032316-150233/unrestricted/FinalReport.pdf> (Accessed 10 January 2019).
14. *Robots in Agriculture*. Available at: <http://www.intorobotics.com/35-robots-in-agriculture/> (Accessed 5 January 2019).
15. Juan Jesús Roldán, Jaime del Cerro, David Garzón Ramos, Pablo Garcia Aunon, Mario Garzón, Jorge de León, Antonio Barrientos. Robots in agriculture: State of art and practical experiences. In: Rolf Dieter Schraft, Gernot Schmierer. *Service Robots*. New York, A K Peters / CRC Press, 2018. 228 p. DOI: 10.5772/intechopen.69874.

16. E. van Oost, D. Reed. Towards a sociological understanding of robots as companions. In: M. H. Lamers, F. J. Verbeek (eds). *Human-Robot Personal Relationships. HRPR 2010. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*. Heidelberg, Springer, pp. 11–18. DOI: 10.1007/978-3-642-19385-9_2.
17. A. van der Plas, M. Smits, C. Wehrmann. Beyond speculative robot ethics: a vision assessment study on the future of the robotic caretaker. *Accountability in Research*, 2010, vol. 17, issue 6, pp. 299–315. DOI: 10.1080/08989621.2010.524078.
18. A. van Wynsberghe. Designing robots for care: care centered value-sensitive design. *Science and Engineering Ethics*, 2013, vol. 19, issue 2, pp. 407–433. DOI: 10.1007/s11948-011-9343-6.
19. P. Robinette, A. Howard, A. R. Wagner. Conceptualizing overtrust in robots: why do people trust a robot that previously failed? In: W. F. Lawless, R. Mittu, D. Sofge, S. Russell (eds). *Autonomy and artificial intelligence: a threat or savior?* Cham, Springer, 2017, pp. 129–155. DOI: 10.1007/978-3-319-59719-5_6.
20. V. Efanov, M. Martynov, K. Pichkhadze. Space robots for scientific research. *Nauka v Rossii / Science in Russia*, 2012, no. 1, pp. 4–11 (in Russian).
21. L. Royakkers, R. van Est. A literature review on new robotics: automation from love to war. *International Journal of Social Robotics*, 2015, vol. 7, issue 5, pp. 549–570. DOI: 10.1007/s12369-015-0295-x.
22. S. Honig, T. Oron-Gilad. Understanding and resolving failures in human-robot interaction: literature review and model development. *Frontiers in Psychology*, 2018, vol. 9. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00861.
23. Automatic system with self-targeting of fire extinguishing agents onto the fire source. *Pozharnoye delo / Fire Business*, 1970, no. 2, p. 257 (in Russian).
24. A. I. Veselov, M. G. Abdeev, P. G. Balagin. *A device for targeting of a fire extinguishing stream onto the fire source*. Inventor's Certificate USSR, no. 257300, publ. date 11 November 1969, Bull. 35 (in Russian).
25. L. M. Meshman. *A device for targeting of a fire extinguishing stream onto the fire source*. Inventor's Certificate USSR, no. 370950, publ. date 22 November 1973, Bull. 12 (in Russian).
26. A. I. Veselov, L. M. Meshman. *Avtomaticheskaya pozharo- i vzryvoshchita predpriyatiy khimicheskoy i neftekhimicheskoy promyshlennosti* [Automatic fire and explosion safety of the chemical and petrochemical plants]. Moscow, Khimiya Publ., 1975. 280 p. (in Russian).
27. A. I. Weselow, L. M. Meschman. *Automatischer brand- und explosionschutz*. Berlin, Staatsverlag DDR, 1979. 200 sec. (in German).
28. N. L. Popov, Yu. I. Gorban. Fire robots. *Pozharnoye delo / Fire Business*, 1986, no. 7, pp. 20–21 (in Russian).
29. L. M. Meshman, S. N. Vereshchagin. *Sovremennaya pozharnaya robototekhnika: obzornaya informatsiya* [Modern fire robotics: Overview]. Moscow, Main Information Center of the Ministry of Internal Affairs USSR Publ., 1988. 42 p. (in Russian).
30. L. M. Meshman, V. V. Pivovarov, A. V. Gomofov, S. N. Vereshchagin. *Pozharnaya robototekhnika. Sostoyaniye i perspektivy ispolzovaniya: obzornaya informatsiya* [Fire robotics. State and prospects of use: Overview]. Moscow, VNIPO Publ., 1992. 82 p. (in Russian).
31. L. M. Meshman, S. N. Vereshchagin, S. M. Shirokov, V. I. Aldonyasov. Ballistics of scanning streams. In: *Pozharnaya tekhnika i tusheniye pozharov* [Fire equipment and fire extinguishing]. Moscow, VNIPO Publ., 1990, pp. 61–66 (in Russian).
32. *Fire Safety Standards 84–2000. Water and foam fire extinguishing installations robotics. General technical requirements. Test methods* (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200016071> (Accessed 10 January 2019).
33. *Technical regulations for fire safety requirements*. Federal Law on 22.07.2008 No. 123 (ed. on 29.07.2017) (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (Accessed 25 December 2018).
34. FM 142.1. *Approval Standard for Fire Protection Monitor Assemblies*. FM Approvals LLC, 2018. 28 p.
35. G. Jensen. *Fire fighting systems: Comparison of performances of interior and exterior applications at large wood buildings. KA PROJECT. Test report A075349. Final*. Trondheim, COWI AS, 2018. 26 p. (in Norwegian).
36. Yu. I. Gorban. *An automated fire-fighting complex integrating a television system*. European patent 2599525B, publ. date 30 December 2015, Bull. 53.
37. Yu. I. Gorban. Fire robots. *Industrial Fire Journal*, 2016, no. 103, pp. 12–13.
38. Yu. I. Gorban. *Robotized fire complex on basis of mini-fire robot-irrigators with remote access system*. Patent RU, no. 2677622, publ. date 17 January 2019, Bull. 2 (in Russian).

39. Yu. I. Gorban. *Pozharnyye roboty i stvolnaya tekhnika v pozharной avtomatike i pozharной okhrane* [Firefighting robots, fire monitors and handline nozzles in fire automatics and fire protection]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2013. 352 p. (in Russian).
40. *Set of rules 5.13130.2009. Systems of fire protection. Automatic fire-extinguishing and alarm systems. Designing and regulations rules* (in Russian). Available at: <http://base.garant.ru/195658/> (Accessed 15 December 2018).
41. *VNPB 39–16 (STO 1682.0017–2015). Robotic fire suppression system. Design rules and regulations*. Moscow, VNIPO Publ., 2016. 84 p. (in Russian).

Поступила 12.01.2019; после доработки 20.02.2019; принята к публикации 22.02.2019
Received 12 January 2019; received in revised form 20 February 2019; accepted 22 February 2019

Информация об авторах

МЕШМАН Леонид Мунеевич, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, г. Балашиха Московской обл., Российская Федерация

БЫЛИНКИН Владимир Александрович, канд. техн. наук, начальник сектора, Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, г. Балашиха Московской обл., Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-4034-2510, Scopus Author ID: 6506544327, e-mail: fire404@mail.ru

ГОРБАНЬ Юрий Иванович, генеральный директор, ООО “Инженерный центр пожарной робототехники “ЭФЭР”, Республика Карелия, г. Петрозаводск, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-4452-6798, e-mail: frgroup@firerobots.ru

ГОРБАНЬ Михаил Юрьевич, технический директор – ГИП, ООО “Инженерный центр пожарной робототехники “ЭФЭР”, Республика Карелия, г. Петрозаводск, Российская Федерация; ORCID: 0000-0001-9191-426X, e-mail: kristinaz@firerobots.ru

ФОКИЧЕВА Кристина Юрьевна, ведущий инженер-проектировщик, ООО “Инженерный центр пожарной робототехники “ЭФЭР”, Республика Карелия, г. Петрозаводск, Российская Федерация; ORCID: 0000-0003-2850-7324, e-mail: kristinaz@firerobots.ru

Information about the authors

Leonid M. MESHMAN, Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation

Vladimir A. BYLINKIN, Cand. Sci. (Eng.), Head of Department, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-4034-2510, Scopus Author ID: 6506544327, e-mail: fire404@mail.ru

Yuriy I. GORBAN, General Director, Engineering Centre of Fire Robots Technology “FR” LLC, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-4452-6798, e-mail: frgroup@firerobots.ru

Mikhail Yu. GORBAN, Technical Director – Chief Project Engineer, Engineering Centre of Fire Robots Technology “FR” LLC, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation; ORCID: 0000-0001-9191-426X, e-mail: kristinaz@firerobots.ru

Kristina Yu. FOKICHEVA, Lead Design Engineer, Engineering Centre of Fire Robots Technology “FR” LLC, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation; ORCID: 0000-0003-2850-7324, e-mail: kristinaz@firerobots.ru

С именем Леонида Мунеевича МЕШМАНА связано новое направление в пожарном деле — пожарные роботы и пожарная робототехника. Именно он возглавил во ВНИИПО это научное направление, ввел новые термины, понятия и нормы пожарной безопасности. Он продвигал эту новую технику в Кижях и Чернобыле, на АЭС и ТЭЦ. Результатом этой многолетней работы явилось то, что Россия стала первой страной мира, где законодательно и нормативно введен новый вид автоматических установок пожаротушения — роботизированные установки пожаротушения, которые в настоящее время защищают сотни значимых объектов по всей стране и за рубежом.

С уважением, Ю. Горбань