

УДК 614.8:62
МРНТИ 81.92.15

С. Ж. Кинжикеев¹, Т. Б. Карбаев², Р. С. Хамитов¹

¹ТОО «Astana IT University», Астана, Казахстан

²ТОО «Центр технических проектов», Астана, Казахстан

РАЗРАБОТКА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы разработки противопожарной автоматизированной роботизированной платформы, предназначенной для применения в условиях повышенной опасности и ограниченной доступности для человека. Проанализированы требования к конструкции, аппаратно-программной архитектуре и функциональным возможностям платформы, включая системы управления, навигации и дистанционного взаимодействия. Описаны подходы к моделированию, выбору программной среды и интеграции модулей тушения и мониторинга. Показано, что использование роботизированных решений позволяет повысить эффективность противопожарных мероприятий и снизить риск для личного состава при ликвидации чрезвычайных ситуаций. При выполнении боевых задач при тушении пожара на личный состав пожарно-спасательных подразделений могут воздействовать опасные факторы, угрожающие их жизни, в связи с чем разработка противопожарной автоматизированной роботизированной платформы является актуальной задачей.

Ключевые слова: робот, автоматизированная платформа, классификация, движитель, чрезвычайные ситуации, пожар, автономность, мобильность, пожаротушение.

Введение. В Казахстане в среднем ежегодно регистрируется более 18 тысяч чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, наиболее опасными из них являются пожары [1]. Так, согласно статистическим данным, только за 2024 год в республике было зарегистрировано 11 549 пожаров, в результате пожаров погибло 326 и травмировано 332 человека [2].

На сегодняшний день противопожарную защиту территории страны осуществляют 445 пожарных подразделений [3].

Трагический опыт ликвидации техногенных катастроф определил необходимость разработки пожарных робототехнических комплексов. Тяжелые противопожарные комплексы применяются при тушении лесных пожаров, складов боеприпасов, при чрезвычайных ситуациях на опасных производствах, объектах нефтегазового сектора и т.д. Пожарные роботы более легкого класса, как правило, на гусеничном шасси, довольно маневренны и компактны по размерам, что дает им возможность проезжать в дверные проемы и двигаться по наклонным лестничным пролетам зданий. Имея на борту лафетный ствол с подключением через рукава к внешним источникам воды, а также устройства орошения водой («капельное облако» для собственной защиты от высокой температуры), они способны направлять струю воды или воздушно-механической пены в очаги возгораний на дальность в десятки метров. Их использование оправдано в условиях возникновения чрезмерного риска для пожарных расчетов, из недавних случаев работу пожарных роботов можно было

наблюдать, в частности, при тушении пожара в парижском соборе Нотр-Дам (использовались французские пожарные роботы Colossus).

В связи с чем для эффективного тушения пожаров на категорированных объектах повышенной опасности предлагается использование малогабаритных роботизированных автоматизированных платформ, которые призваны заменить человека в случаях, когда выполнение задачи находится за пределами человеческих возможностей либо сопряжено с чрезмерной угрозой здоровью и жизни человека, а также при недостатке профессионально подготовленного персонала для выполнения трудоемких и циклически повторяющихся задач.

Для защиты пожарно-спасательных подразделений и проведения аварийно-спасательных работ в зоне чрезвычайных ситуаций, представляющих опасность для жизни и здоровья пожарных-спасателей, в настоящее время применяются различные робототехнические комплексы.

В настоящее время применению специальной робототехники уделяется всё большее внимание, как во всём мире, так и в Казахстане. Поэтапное развитие робототехники и ее внедрение для использования при проведении поисково-спасательных работ и пожаротушения предопределяет необходимость решения ряда технологических проблем при разработке новых специальных робототехнических комплексов.

Методы исследования. Методы исследования базируются на принципах и методах системного анализа, объектно-ориентированного анализа, теории математического моделирования, термогазодинамики пожара, теории автоматического управления, теории наведения.

Научная новизна. Научная новизна и принципиальные отличия идей проекта заключены в технических решениях при проектировании конструкции робота и системе управления мобильными роботами, предназначенными для ведения технической разведки пожара: технологии проектирования и изготовления малогабаритных, высокоэффективных программно-аппаратных комплексов для решения задач гражданской защиты, методиках расчета, обработки и интерпретации данных, визуального радиоэлектронного и другого зондирования предполагаемых опасных участков.

Актуальность. Учитывая большие социально-экономические и экологические последствия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, вопросы оперативной локализации и ликвидации аварий и катастроф в настоящее время являются актуальными для Республики Казахстан.

Технические решения, полученные в результате реализации проекта, позволят создать готовый продукт и перейти к производству робототехнических комплексов, которые войдут во все сферы социальной жизни страны и будут соответствовать целям и задачам индустриального развития страны.

Исследования в сфере роботостроения

Современные пожарно-спасательные робототехнические комплексы являются прототипами боевых роботов (а точнее, дистанционно управляемые устройства) воплощающих идеи, сложившиеся еще в первой половине XX века. Первое подобное устройство продемонстрировал Никола Тесла в 1898 году, это была миниатюрная модель судна, управляемая по радио [4].

Работы по созданию роботизированных комплексов, способных автономно либо на дистанционном управлении работать в жестких условиях эксплуатации, активизировались в СССР в связи со всплеском техногенных катастроф в 1980-х гг. и,

прежде всего, после Чернобыльских событий. Принимая во внимание необходимость ликвидации аварий на радиоактивно зараженной местности, на предприятиях химической промышленности, складах взрывчатых веществ и материалов в условиях сильного задымления и загазованности атмосферы сильнодействующими ядовитыми веществами, впервые в отечественной и международной практике в 1986-1988 гг. был создан самоходный лафетный ствол СЛС-100-54 «Сойка» [5-9].

Анализ тенденций развития пожарных и спасательных роботов свидетельствует о широких аспектах охвата проблем проектирования подобных систем, среди которых:

- вопросы создания теплостойких конструкций промышленных роботов-водометов [10-11] и имитационное моделирование охлаждения строительных конструкций пожарными роботами [12];

- проекты автономных роботов, на основе искусственного интеллекта, на основе машинного зрения, на основе Wi-Fi, на основе IoT с автономными транспортно-эвакуационными роботами, с использованием мультисенсорной технологии в промышленности с линейным приводом с флюс-модулированным постоянным магнитом, беспилотный робот для тушения крупных пожаров в промышленном зале с опасными веществами [13-16];

- разработка методов обнаружения дыма и идентификации пламени и пожара в режиме реального времени, принципы обработки изображений пожарными роботами, повышения точности распознавания изображений, с применением различных датчиков пламени [17, 18];

- вопросы проектирования и создания автоматической системы управления домашних пожарных и промышленных роботов для тушения высотных зданий, с пожарным роботом на подъемном механизме, с колесной ногой, с рулевым механизмом, проектирование человеко-машинного интерфейса для телеуправляемых пожарных роботов, по схеме взаимодействия человека и робота в городских пожарах [19];

- разработка алгоритмов и методов поиска пути и патрулирования на основе реализации нечеткой логики с автономным предотвращением столкновений, применение метода численного моделирования для изучения влияния различных скоростей выхода и углов тангажа на огнетушащий эффект [20];

- проектирование наземной станции для пожарного робота [21] и схем подачи противопожарных сред [22].

Обсуждение результатов исследований

Роботизированные автоматизированные платформы можно классифицировать по:

- 1) сфере применения - промышленные, военные, исследовательские, медицинские;
- 2) среде эксплуатации - наземные, подземные, надводные, подводные, воздушные, космические;
- 3) степени подвижности - стационарные, мобильные;
- 4) типу системы управления - программные, адаптивные, интеллектуальные;
- 5) функциональному назначению - манипуляционные, транспортные, информационные, комбинированные;
- 6) уровню универсальности - специальные, специализированные, универсальные;
- 7) конструктивным признакам.

При этом, критический анализ существующих роботизированных решений показывает следующие их недостатки:

- необходимость использования дополнительной техники: грузоподъемного крана, манипуляторов и т.д.;
- высокий расход воды или огнетушащих веществ;
- громоздкость конструкции и большая масса,
- сложность точного определения визуальным путем границ очага возгорания, бесполезные затраты на ложное тушение областей и др.

Требования, предъявляемые к противопожарным роботизированным платформам:

- высокая подвижность и проходимость в городских условиях, внутри зданий и сооружений, в зонах разрушений, на пересеченной местности, как на твердых гладких покрытиях, так и на деформируемых грунтовых основаниях;
- надежность т.е. возможность действовать как в неподготовленных естественных условиях, так и в среде, специально приспособленной для обитания человека (внутри домов, в транспортных коммуникациях), вписываться в городские транспортные потоки или двигаться в составе транспортных колонн;
- оперативность и мобильность.

Облик наземного мобильного робота в первую очередь определяется типом и конструкцией движителя, выбор его является сложной задачей.

Практически невозможно создать универсальную конструкцию движителя, дающего возможность одинаково уверенно передвигаться в разнообразных условиях окружающей среды: множество видов и свойств оснований, сложные пересечения рельефа местности, необходимость перемещения по элементам сооружений и внутри зданий являются причиной создания большого числа компоновочных схем роботов с различными типами движителей.

Роботизированная платформа может быть представлена в виде совокупности трех основных систем - транспортной, специальной и управления (рисунок 1).

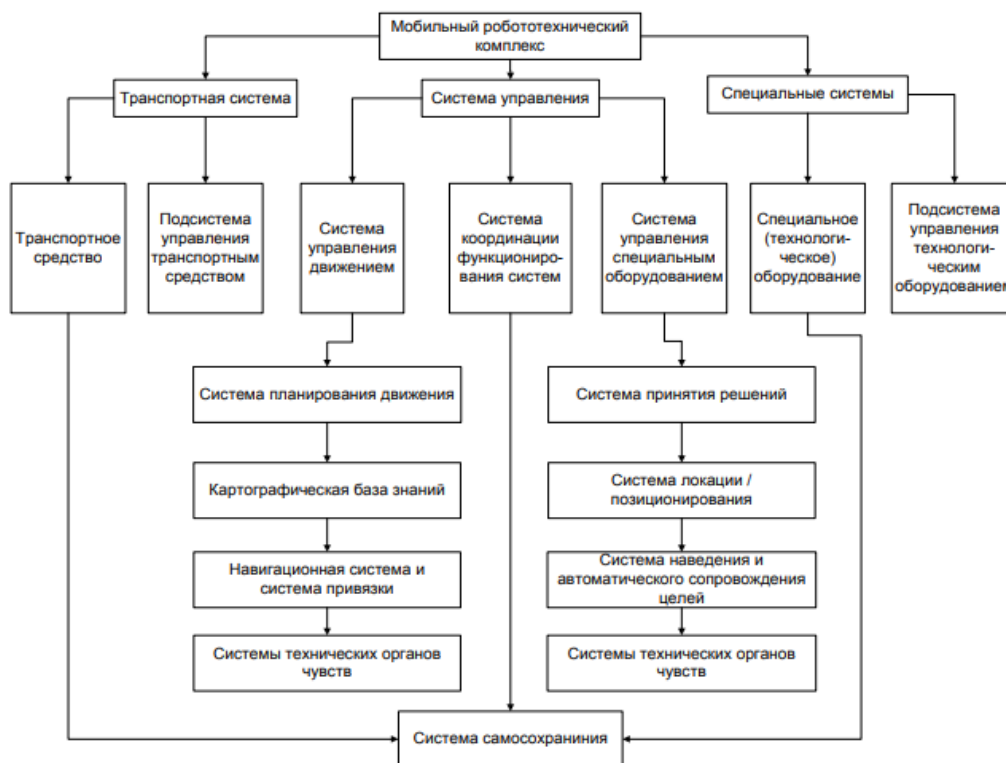


Рисунок 1 - Обобщенная структура автоматизированной роботизированной платформы

Для каждого типа движителя существует своя область применения. Так, в качестве движителя многофункционального мобильного робота, предназначенного для использования на труднопроходимой местности, выбран гусеничный движитель как наиболее универсальный (рисунок 2).

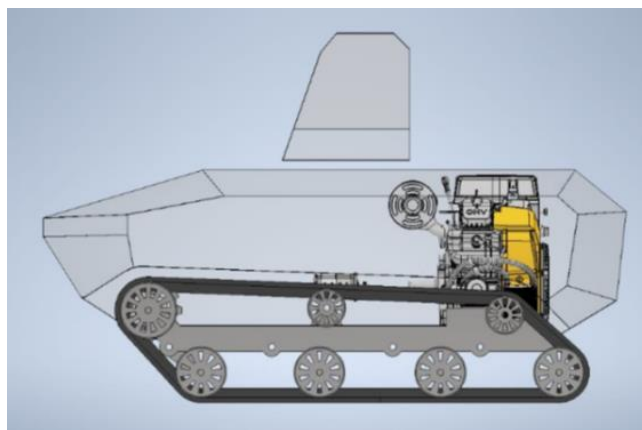


Рисунок 2 – Гусеничный движитель многофункционального мобильного противопожарного робота

Процесс моделирования проектировании многофункционального мобильного противопожарного робота показаны на рисунке 3.



Рисунок 3 – Процедура проектирования робота

Реализация данных этапов носило итерационный характер: при необходимости допускался возврат к предыдущим стадиям для уточнения модели робота, корректировки постановки задачи или повторного синтеза системы управления с учётом результатов проведённого анализа. Каждая из стадий являлась обязательной, однако в конкретных условиях значимость отдельных этапов могла превалировать над остальными.

На начальном этапе построения модели, когда происходил качественный анализ робота, были созданы описательные модели, отражающие основные качественные и структурные закономерности.

На рисунке 4 показан второй этап моделирования автоматизированной роботизированной платформы.

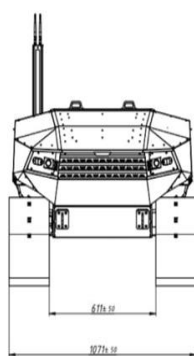
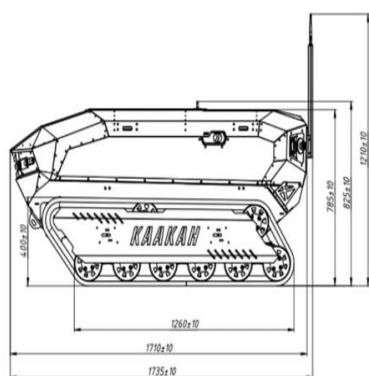


Рисунок 4 - Этап моделирования автоматизированной роботизированной платформы

В последнее время, в области робототехники особое внимание уделяется платформам. Программная платформа для роботов включает в себя набор инструментов, которые используются для разработки программного обеспечения роботов (таблица 1).

Таблица 1 - Набор инструментов используемых для разработки программного обеспечения роботов

MSRDS10	Microsoft Robotics Developer Studio, Microsoft - U.S
ERSP11	Evolution Robotics Software Platform, Evolution Robotics - Europe
ROS	Robot Operating System, Open Robotics12 - U.S
OpenRTM	National Institute of Adv. Industrial Science and Technology (AIST) - Japan
OROCOS	Open Robot Control Software project - Europe
OPRoS	ETRI, KIST, KITECH, Kangwon National University - South Korea

Важно подчеркнуть, что аппаратные платформы, как правило, совместимы с соответствующими программными платформами, что позволяет разрабатывать прикладные решения без необходимости глубокого погружения в особенности аппаратной части и без дополнительных затрат времени на её самостоятельную разработку.

Для построения сложных и детализированных элементов и агрегатов автоматизированной роботизированной платформы применялись специализированные системы автоматизированного проектирования, такие как SolidWorks, Autodesk Inventor.

На рисунке 5 показаны результаты испытания автоматизированной роботизированной платформы.



Рисунок 5 - Результаты испытания автоматизированной роботизированной платформы

Выводы

В заключение следует отметить, что разработка противопожарной автоматизированной роботизированной платформы представляет собой перспективное направление развития средств обеспечения безопасности и реагирования на чрезвычайные ситуации. Применение роботизированных решений позволяет существенно снизить риски для личного состава, повысить оперативность реагирования и эффективность проведения работ в зонах с повышенной опасностью, включая участки с высокой температурой, задымлением и угрозой обрушений.

В ходе разработки были рассмотрены вопросы выбора аппаратной и программной архитектуры, средств управления, навигации и взаимодействия с

внешними системами, а также особенности моделирования и интеграции функциональных модулей. Использование современных программных платформ и средств проектирования обеспечивает гибкость настройки, масштабируемость и возможность последующей модернизации комплекса.

Таким образом, внедрение противопожарных роботизированных платформ способствует повышению уровня технологической оснащенности аварийно-спасательных подразделений и формирует основу для дальнейшего развития интеллектуальных систем пожаротушения и мониторинга.

Данная работа выполнена в рамках научного проекта № 012РКД0003.

Список литературы

1. За 12 месяцев - с прошлого сентября по текущий - в Казахстане зафиксировано более 5 тысяч лесных пожаров и пожарных тревог. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zonakz.net/2022/09/23/za-12-mesyacev-s-proshlogo-sentyabrya-po-tekushhij-v-kazaxstane-zafiksirovano-bolee-5-tysyach-lesnykh-pozharov-i-pozharnyx-trevog/> (дата обращения: 15.01.2026).
2. Данные Комитета противопожарной службы Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.kz/memleket/entities/kps/documents/details/777997?directionId=17_302&lang=ru (дата обращения: 14.01.2026).
3. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан. МЧС Казахстана: достижения и новые инициативы. 31 Декабря 2025 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gurk.kz/news/mchs-kazahstana-dostizheniya-i-novy-e-inicziativy> (дата обращения: 14.01.2026).
4. Геворкян С.Г. К проблеме передачи электрической энергии: патент Н. Теслы от 20 марта 1900 г. // Пространство и время. – 2016. – № 3–4 (25–26). – С.64-71.
5. Евграфов И.П. Разработка системы поддержки принятия решений в чрезвычайных информационных условиях : диссертация ... кандидата технических наук : 05.25.05 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) РАН. – Москва, 2008. – 215 с.
6. Ноженкова Л.Ф. Интеллектуальная поддержка прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Интеллектуальные системы. – Красноярск: КГТУ, 1997. – С. 83-99.
7. Белов С.В., Девисилов В.А., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов. – М.: Высшая школа НМЦ СПО, 2000. – 343 с.
8. Цариченко, С.Г. Стационарные роботизированные комплексы пожаротушения как составная часть автоматических установок пожаротушения // Алгоритм безопасности. – 2007. – № 5. – С. 56-58.
9. ГОСТ Р 53326-2009. Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытания. Гарант: инф.-прав. об-ние. – М., 2017. – С. 1-7.
10. Фудзита Дж., Тамура Ю., Аmano Х., Оно К., Тадокоро С. Новая конструкция внешнего покрытия для защиты роботов-пожарных от теплового излучения при крупномасштабных пожарах на нефтехимических комплексах // ROBOMESH. – 2022. – № 9(1). DOI: 10.1186/s40648-022-00229-5.
11. Перера, Р.А.К.К., Приянкара, Х.Д.Н.С., Мадхусанка, Б.Г.Д.А. Мобильный робот для обнаружения и тушения пожаров в промышленных условиях // 10-я Международная конференция по информатизации и автоматизации в интересах устойчивого развития, ICIAfS 2021. – С. 393-398. DOI: 10.1109/ICIAfS52090.2021.9606174.

12. Пожаркова И., Альджарбух А., Азизам С.Х., Мохамед А.П., Рабби Ф., Царев Р. Метод имитационного моделирования охлаждения строительных конструкций пожарными роботами: конспекты лекций по сетям и системам, 502 LNNS, 2022. – С. 504-511. DOI: 10.1007/978-3-031-09076-9_45.
13. Эджидокун Т.О., Омитола О.О., Файинфолува А., Оноджохво С., Одогуну С., Одогуну С. Концептуальный проект робота для пожаротушения на основе визуального контроля для применения в "Умном городе" // Европейский журнал систем автоматизации. – 2022. – № 55 (3). – С. 299-305. DOI: 10.18280/jesa.550302.
14. Лейно М., Мериламп С., Кортелайнен Дж., Вало П., Лехтинен Т., Виркки Дж., Мобильные роботы-интегрированные системы машинного зрения и RFID для повышения пожарной безопасности в медицинских учреждениях // 7-я Международная конференция 2022 года по интеллектуальным и устойчивым технологиям, SpliTech 2022. DOI: 10.23919/SpliTech55088.2022.9854383.
15. Ляо Ю., Сюн С., Хуан Ю. Исследование робота-инспектора пожарной охраны на основе компьютерного зрения // Серия конференций IOP (2021): Наука о Земле и окружающей среде, 632 (5), статья № 052066. DOI: 10.1088/1755-1315/632/5/052066.
16. Миллер А., Лель А., Рериг К., Штрассман Т., Кремер Ф., Солтау С., Эйхман И. Разработка автономного робота для пожаротушения // 54-й Международный симпозиум по робототехнике, ISR Europe 2022. – С. 263-269. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85137149742&partnerID=40&md5=737af4bf7fe58ef3aafb173888fadecc>
17. Чаки С., Нанди Д., Дас Дж. Робот-пожаротушитель с использованием Arduino и контроллера DTMF // (2021) Конспекты лекций по сетям и системам, 165, с. 425-432. DOI: 10.1007/978-981-15-9433-5_41.
18. Лю, Ю.-Т., Сун, Р.-З., Чжан, Х.-Н., Ли, Л., Ши, Г.-К. Способ автономного позиционирования пожарных роботов с использованием беспроводных сетей с несколькими источниками информации // (2021). DOI: 10.1007/s11276-021-02566-6.
19. Коусейру М.С., Португалия Д., Роша Р.П., Араужо А. Развитие архитектуры взаимодействия человека и робота для поисково-спасательных операций при городских пожарах // Моделирование. – 2021. – № 97 (3). – С. 177-194. DOI: 10.1177/0037549720964548
20. Ван, Ю., Ши, Х., Чжэн, З., Инь, Б., Яо, Х. Метод численного моделирования пожарного робота jet на основе CFD // (2021) Серия материалов международной конференции ACM, PartF168982, статья № 3450931. DOI: 10.1145/3448734.3450931.
21. Ян М., Чжан Х., Фанг С., Сонг А., Ван З., Цуй З. Проектирование наземной станции для робота-пожарного // (2022) Конспекты лекций по электротехнике, 808 LNEE, С. 173-181. DOI: 10.1007/978-981-16-6554-7_20.
22. Ван, Ю., Сюй, Ю., Сюй, Х., Руан, П., Го, Л., Фенг, С., Ван, Х. Проектирование схем подачи средств пожаротушения для робота-пожарного на трансформаторной подстанции // (2021) Труды SPIE - Международного общества оптической инженерии, 12153, статья № 121530C. DOI: 10.1117/12.2626528.

References

1. Za 12 mesjacev - s proshlogo sentjabrja po tekushhij - v Kazahstane zafiksirovano bolee 5 tysjach lesnyh pozharov i pozharnyh trevog. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://zonakz.net/2022/09/23/za-12-mesyacev-s-proshlogo-sentyabrya-po-tekushhij-v-kazaxstane-zafiksirovano-bolee-5-tysyach-lesnyx-pozharov-i-pozharnyx-trevog/> (data obrashhenija: 15.01.2026).
2. Dannye Komiteta protivopozharnoj sluzhby Ministerstva po chrezvychajnym situacijam Respubliki Kazahstan. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.gov.kz/memleket/>

entities/kps/documents/details/777997?directionId=17 302&lang=ru (data obrashheniya: 14.01.2026).

3. Ministerstvo po chrezvychajnym situacijam Respubliki Kazahstan. MChS Kazahstana: dostizheniya i novye iniciativy. 31 Dekabrja 2025 g. [Elektronnyj resurs]. –Rezhim dostupa: <https://gurk.kz/news/mchs-kazahstana-dostizheniya-i-novy-e-inicziativy>. (data obrashheniya: 14.01.2026).

4. Gevorkjan S.G. K probleme peredachi jelektricheskoy jenerгии: patent N. Tesly ot 20 marta 1900 g. // Prostranstvo i vremja. – 2016. – № 3–4 (25–26). – S.64-71.

5. Evgrafov I.P. Razrabotka sistemy podderzhki prinjatija reshenij v chrezvychajnyh informacionnyh uslovijah : dissertacija ... kandidata tehničeskikh nauk : 05.25.05 / Vseros. in-t nauch. i tehn. inform. (VINITI) RAN. – Moskva, 2008. – 215 s.

6. Nozhenkova L.F. Intel'lektual'naja podderzhka prognozirovaniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij // Intel'lektual'nye sistemy. – Krasnojarsk: KGTU, 1997. – S. 83-99.

7. Belov S.V., Devisilov V.A., Koz'jakov A.F. i dr. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti: uchebnoe posobie dlja studentov. – M.: Vysshaja shkola NMC SPO, 2000. – 343 s.

8. Carichenko, S.G. Stacionarnye robotizirovannye komplekсы pozharotusheniya kak sostavnaja chast' avtomatičeskikh ustanovok pozharotusheniya // Algoritm bezopasnosti. – 2007. – № 5. – S. 56-58.

9. GOST R 53326-2009. Tehnika pozharnaja. Ustanovki pozharotusheniya robotizirovannye. Obshhie tehničeskie trebovaniya. Metody ispytaniya. Garant: inf.-prav. ob-nie. – M., 2017. – S. 1-7.

10. Fudzita Dzh., Tamura Ju., Amano H., Ono K., Tadokoro S. Novaja konstrukcija vneshnego pokrytija dlja zashhity robotov-pozharnyh ot teplovogo izlucheniya pri krupnomasshtabnyh pozharah na neftehimičeskikh kompleksah // ROBOMECH. – 2022. – № 9(1). DOI: 10.1186/s40648-022-00229-5.

11. Perera, R.A.K.K., Prijankara, H.D.N.S., Madhusanka, B.G.D.A. Mobil'nyj robot dlja obnaruzheniya i tusheniya pozharov v promyshlennyh uslovijah // 10-ja Mezhdunarodnaja konferencija po informatizacii i avtomatizacii v interesah ustojčivogo razvitija, ICIAfS 2021. – S. 393-398. DOI: 10.1109/ICIAfS52090.2021.9606174.

12. Pozharkova I., Al'dzharbuh A., Azizam S.H., Mohamed A.P., Rabbi F., Carev R. Metod imitacionnogo modelirovaniya ohlazhdeniya stroitel'nyh konstrukcij pozharnymi robotami: konspekty lekcij po setjam i sistemam, 502 LNNS, 2022. – S. 504-511. DOI: 10.1007/978-3-031-09076-9_45.

13. Jedzhydokun T.O., Omitola O.O., Fajinfo luva A., Onodzhohvo S., Odoguvu S., Odoguvu S. Konceptual'nyj proekt robota dlja pozharotusheniya na osnove vizual'nogo kontrolja dlja primenenija v "Umnom gorode" // Evropejskij zhurnal sistem avtomatizacii. – 2022. – № 55 (3). – S. 299-305. DOI: 10.18280/jesa.550302.

14. Lejno M., Merilampi S., Kortelajnen Dzh., Valo P., Lehtinen T., Virkki Dzh., Mobil'nye roboty-integrirovannye sistemy mashinnogo zrenija i RFID dlja povysheniya pozharnoj bezopasnosti v medicinskih uchrezhdenijah // 7-ja Mezhdunarodnaja konferencija 2022 goda po intellektual'nyh i ustojčivym tehnologijam, SpliTech 2022. DOI: 10.23919/SpliTech55088.2022.9854383.

15. Ljao Ju., Sjun S., Huan Ju. Issledovanie robota-inspektora pozharnoj ohrany na osnove komp'juternogo zrenija // Serija konferencij IOP (2021): Nauka o Zemle i okružhajushhej srede, 632 (5), stat'ja № 052066. DOI: 10.1088/1755-1315/632/5/052066.

16. Miller A., Lel' A., Rerig K., Shtrassman T., Kremer F., Soltau S., Jejhman I. Razrabotka avtonomnogo robota dlja pozharotusheniya // 54-j Mezhdunarodnyj simpozium po robototekhnike, ISR Europe 2022. – S. 263-269. [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid= 2-s2.0-85137149742&partnerID=40&md5=737af4bf7fe58ef3aafb173888fadec](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85137149742&partnerID=40&md5=737af4bf7fe58ef3aafb173888fadec)

17. Chaki S., Nandi D., Das Dzh. Robot-pozharotushitel' s ispol'zovaniem Arduino i kontrollera DTMF // (2021) Konspekty lekciy po setjam i sistemam, 165, s. 425-432. DOI: 10.1007/978-981-15-9433-5_41.
18. Lju, Ju.-T., Sun, R.-Z., Chzhan, H.-N., Li, L., Shi, G.-K. Sposob avtonomnogo pozicionirovaniya pozharных robotov s ispol'zovaniem besprovodnyh setej s neskol'kimi istochnikami informacii // (2021). DOI: 10.1007/s11276-021-02566-6.
19. Kousejru M.S., Portugalija D., Rosha R.P., Arauzho A. Razvitie arhitektury vzaimodejstvija cheloveka i robota dlja poiskovo–spasatel'nyh operacij pri gorodskih pozharah // Modelirovanie. – 2021. – № 97 (3). – S. 177-194. DOI: 10.1177/0037549720964548.
20. Van, Ju., Shi, H., Chzhjen, Z., In', B., Jao, H. Metod chislenno modelirovaniya pozharного robota jet na osnove CFD // (2021) Serija materialov mezhdunarodnoj konferencii ACM, PartF168982, stat'ja № 3450931. DOI: 10.1145/3448734.3450931.
21. Jan M., Chzhan H., Fang S., Song A., Van Z., Cuj Z. Proektirovanie nazemnoj stancii dlja robota-pozharного // (2022) Konspekty lekciy po jelektrotehnike, 808 LNEE, S. 173-181. DOI: 10.1007/978-981-16-6554-7_20.
22. Van, Ju., Sjuj, Ju., Sjuj, H., Ruan, P., Go, L., Feng, S., Van, H. Proektirovanie shem podachi sredstv pozharotusheniya dlja robota-pozharного na transformatornoj podstancii // (2021) Trudy SPIE - Mezhdunarodnogo obshhestva opticheskoy inzhenerii, 12153, stat'ja № 121530S. DOI: 10.1117/12.2626528.

С. Ж. Кинжикеев¹, Т. Б. Карбаев², Р. С. Хамитов¹

¹«Astana IT University» ЖШС, Астана, Қазақстан

²«Техникалық жобалар Орталығы» ЖШС, Астана, Қазақстан

ӨРТКЕ ҚАРСЫ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ӘЗІРЛЕУ РОБОТТЫҚ ПЛАТФОРМА

Аңдатпа. Мақалада адам үшін қауіптілігі жоғары және қолжетімділігі шектеулі жағдайларда қолдануға арналған өртке қарсы автоматтандырылған роботтандырылған платформаны әзірлеу мәселелері қарастырылған. Басқару, навигация және қашықтықтан өзара әрекеттесу жүйелерін қоса алғанда, платформаның дизайнына, аппараттық-бағдарламалық архитектурасына және функционалдығына қойылатын талаптар талданады. Модельдеу, бағдарламалық ортаны таңдау және сөндіру және бақылау модульдерін біріктіру тәсілдері сипатталған. Роботтық шешімдерді қолдану өртке қарсы іс-шаралардың тиімділігін арттыруға және төтенше жағдайларды жою кезінде жеке құрам үшін қауіпті азайтуға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Өрт сөндіру кезінде жауынгерлік міндеттерді орындау кезінде өрт-құтқару бөлімшелерінің жеке құрамына олардың өміріне қауіп төндіретін қауіпті факторлар әсер етуі мүмкін, осыған байланысты өртке қарсы автоматтандырылған роботтандырылған платформаны әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Түйінді сөздер: робот, автоматтандырылған платформа, жіктеу, қозғалтқыш, төтенше жағдайлар, өрт, автономия, ұтқырлық, өрт сөндіру.

S. J. Kinzhikeev¹, T. B. Karbaev², R. S. Khamitov¹

¹«Astana IT University» LLP, Astana, Kazakhstan

²«Center for Technical Projects» LLP, Astana, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED FIRE PROTECTION SYSTEM THE ROBOTIC PLATFORM

Abstract. The article discusses the development of a fire-fighting automated robotic platform designed for use in conditions of increased danger and limited accessibility to humans. The requirements for the design, hardware and software architecture, and functionality of the platform, including control, navigation, and remote interaction systems, are analyzed. Approaches to modeling, selection of a software environment, and integration of extinguishing and monitoring modules are described. It is shown that the use of robotic solutions makes it possible to increase the effectiveness of fire-fighting measures and reduce the risk to personnel in emergency situations. When performing combat missions while extinguishing a fire, personnel of fire and rescue units may be affected by dangerous factors that threaten their lives, and therefore the development of a fire-fighting automated robotic platform is an urgent task.

Keywords: robots, automated platform, classification, propulsion, emergencies, fires, autonomy, mobility, firefighting.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кинжикеев Сергей Жулдубаевич – доктор философии (PhD), ассоциированный профессор (доцент), член-корреспондент Академии военных наук, профессор военной кафедры ТОО «Astana IT University», Астана, Казахстан. E-mail: sergey.kinzhikeev@astanait.edu.kz

Карбаев Темиржан Бахытович – магистр, директор ТОО «Центр Технических проектов», Астана, Казахстан. E-mail: astana_01@mail.ru

Хамитов Ришад Садыкович – магистр, заместитель начальника военной кафедры ТОО «Astana IT University», Астана, Казахстан. E-mail: Rishad.Khamitov@astanait.edu.kz

Sergey Z. Kinzhikeev – Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor, Corresponding Member of the Academy of Military Sciences, Professor of the Military Department of Astana IT University LLP, Astana, Kazakhstan. E-mail: sergey.kinzhikeev@astanait.edu.kz

Temirzhan B. Karbaev – Master's degree, Director of the Center for Technical Projects LLP, Astana, Kazakhstan. E-mail: astana_01@mail.ru

Rishad S. Khamitov – Master's degree, Deputy Head of the Military Department of Astana IT University LLP, Astana, Kazakhstan. E-mail: Rishad.Khamitov@astanait.edu.kz