

**С. А. Барковский¹, А. В. Спиридонов¹, А. И. Овсяник¹,
В. Л. Семиков¹, К. А. Белкин¹, П. П. Годлевский²**

¹Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,

²Финансовый университет при Правительстве РФ; e-mail: birufreiheit@inbox.ru

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И СИСТЕМ

РЕЗЮМЕ

Введение. Проводится анализ применения современных информационных ресурсов и систем при тушении природных пожаров. В качестве основного методологического подхода рассматривается сетевая модель интеграции современных ресурсов и систем.

Цели и задачи. Целью исследования является совершенствование методов и средств оценки предупреждения лесных пожаров на основе интеграции информационных ресурсов и систем.

Методы. Рассматриваются методы, основанные на использовании информационных ресурсов и систем, которые позволяют проводить одновременный анализ многомерных данных с использованием цифровых карт, упрощают процедуру прогноза и оценки комплексного воздействия лесных пожаров, делают возможным оперативное выявление аномалий и принятие необходимых мер для их устранения.

Результаты и их обсуждение. По результатам анализа разработана обобщенная структура системы мониторинга лесопожарной обстановки с использованием сетевого подхода.

Заключение. Сетевая система мониторинга объединяет все информационные ресурсы и системы на всех уровнях и направлениях. Заблаговременный мониторинг складывающейся обстановки, анализ поступающей оперативной информации о выявленных термических точках, моделирование возможных вариантов развития ситуации позволяет наиболее эффективно подходить к решению проблем защиты населения и территории от последствий лесных пожаров. Объединение преимуществ отдельных современных технологий в единую распределенную сетевую систему позволяет эффективно реализовать ликвидацию последствий всех видов чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: сетевая система, лесные пожары, прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций, информационные ресурсы и системы.

Для цитирования: Барковский С. А., Спиридонов А. В., Овсяник А. И., Семиков В. Л., Белкин К. А., Годлевский П. П. Сетевая модель предупреждения и ликвидации лесных пожаров на основе интеграции информационных ресурсов и систем // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – Вып. 3 (89). – С. 98-109. DOI: 10.25257/TTS.2020.3.89.98-109.

Рациональное использование лесов и их сохранение является критическим фактором социального и экономического развития, защиты окружающей среды и системы поддержания жизни на планете. Они относятся к одним из самых ценных компонентам биосферы, а также являются источником важных сырьевых ресурсов. Мероприятия по охране лесов от пожаров имеют особую роль в решении этой задачи. Согласно основным положениям государственной стратегии Российской Федерации в области охраны окружающей среды и устойчивого развития [1], охрана лесов является одним из главнейших направлений государственной деятельности, обеспечивающим экологическую безопасность и устойчивое социально-экономическое развитие страны.

По многолетним наблюдениям, основными причинами гибели лесов являются несколько факторов (рис. 1).



Рис. 1. Распределение площади погибших лесов по их причинам.

Антропогенный фактор является причиной свыше 70 % лесных пожаров. Общий ущерб от влияния всех неблагоприятных факторов на лес сильно превышает величину всех расходов на их защиту, охрану и воспроизводство.

Гибкое сочетание всех видов лесопожарной профилактики, а также высокая оперативность обнаружения и ликвидации пожаров закладывается в основу организации охраны лесов.

В Российской Федерации существующая система борьбы с лесными пожарами обеспечивает необходимый уровень защиты только на ограниченных территориях. В большей части это, конечно же, европейская часть страны, а в меньшей – обширные территории Дальнего Востока и Сибири. Основная проблема связана с невозможностью оперативно добраться до места возникновения пожара и, как следствие, принять необходимые меры для недопущения его распространения. Существующих ресурсов оказывается недостаточно. В итоге теряется самый главный фактор успешного противодействия в борьбе с лесными пожарами, а именно заблаговременность и оперативность. Особое место в этой сложившейся ситуации необходимо уделить неохранным территориям, которые ежегодно всё больше и больше подвержены губительным воздействиям от огня. В связи с невозможностью добраться и доставить необходимые ресурсы для тушения пожаров эти территории остаются и вовсе без какого-либо внимания и защиты.

В этих условиях применение информационных ресурсов и систем выходит на новый уровень, и всё чаще и чаще становится главным и единственным способом для решения подобных задач. Они позволяют произвести точное обнаружение, а также определить координаты термических точек. Достигается это при помощи использования:

- геоинформационных систем;
- технологий распределенных вычислений;
- компьютерного зрения.

В свою очередь необходимо добавить и систему пеленгации молниевых разрядов множество ресурсов по мониторингу метеопараметров Росгидромета, системы моделирования лесных пожаров. Особая роль отводится системам космического мониторинга, которые постоянно совершенствуются и выходят на новый уровень.

Важным аспектом являются особенности функционирования всех ресурсов и систем, которые не требуют изначальных больших финансовых затрат. Для примера стоит привести системы видеомониторинга. Для их функционирования используется уже существующая инфраструктура мобильных операторов. Сюда относятся сотовые вышки, аппаратура связи и обслуживающие команды. Все эти системы легко масштабируются и поддаются расширению. Для решения задач борьбы с лесными пожарами эту инфраструктуру можно использовать как на больших площадях, так и на небольших территориях.

Своевременная и многоуровневая информация о лесопожарной обстановке позволяет принять управленческие решения на всех уровнях. Отметим, что чем больше разнообразных ресурсов и систем применяется, тем больше достоверность прогнозов метеообстановки, а также точность в моделировании возможных вариантов развития и последствий природных пожаров.

Применение современных информационных ресурсов и систем при тушении природных пожаров демонстрирует наибольшую эффективность при принятии органами исполнительной власти субъектов управленческих решений, направленных на стимулирование работы по тушению очагов природных пожаров в день их возникновения. На сегодняшний день существует целый ряд информационных ресурсов и систем, объединив которые в сетевую систему мониторинга можно решить вышеизложенную проблему.

Сетевая централизация – это принцип организации систем управления, позволяющий "реализовать режим ситуационной осведомлённости благодаря формированию и поддержанию единой для всех ярусов управления, целостной, контекстной информационной среды и включения в процесс её непрерывной актуализации возможно большего числа источников первичной информации" [2].

Необходимо отметить главные принципы сетецентризма:

- для выполнения поставленных задач необходимо объединить все усилия в одном направлении;
- для формирования решений следует использовать весь объём доступной информации [3].

Сетецентрическая система мониторинга позволяет объединить в единое целое все средства мониторинга. В условиях разнородности данных сделать это становится возможным на практически всех уровнях.

Отличительной особенностью становится работа систем в режиме реального времени. Это в свою очередь позволяет осуществить непрерывное доведение информации о складывающейся лесопожарной обстановке руководителям всех уровней. Примером может послужить непрерывный космический мониторинг, который позволяет оперативно выявлять термические аномалии на всей территории России и за рубежом. Также стоит упомянуть системы видеомониторинга, которые при помощи поворотных камер позволяют охватывать значительные территории лесных массивов. В свою очередь важна роль систем мониторинга метеопараметров. Прогнозы образования и движения грозových фронтов, особенно на отдалённых территориях Сибири и Дальнего Востока, выполняют крайне важную роль.

Осуществляя принцип массирования результатов, сетецентрические компьютерные методы управления противодействием катастрофам и рискам подразумевают:

1. Непрерывный компьютерный мониторинг потенциально опасных объектов и территорий для определения требуемых мероприятий по ликвидации последствий всех видов возможных рисков и катастроф.
2. Проведение всех необходимых мероприятий по подготовке к борьбе с последствиями возможных групп различных рисков и катастроф.
3. Формирование целей параллельной ликвидации возможных групп рисков и катастроф, их согласование, синхронизацию и ранжирование.
4. Выполнение параллельных стратегий целей, их взаимодействие и синхронизацию используемых сил и средств.
5. Формирование возможного набора параллельных оперативных воздействий, их синхронизацию, маневрирование силами и средствами в динамики управления, а также диспетчеризацию [4].

За последние 5-10 лет всё чаще в литературе появляются работы по исследованию сетецентрических методов управления.

На основе выбранного сетецентрического подхода нами разработана обобщённая структура системы мониторинга лесопожарной обстановки с использованием современных информационных технологий (рис. 2).

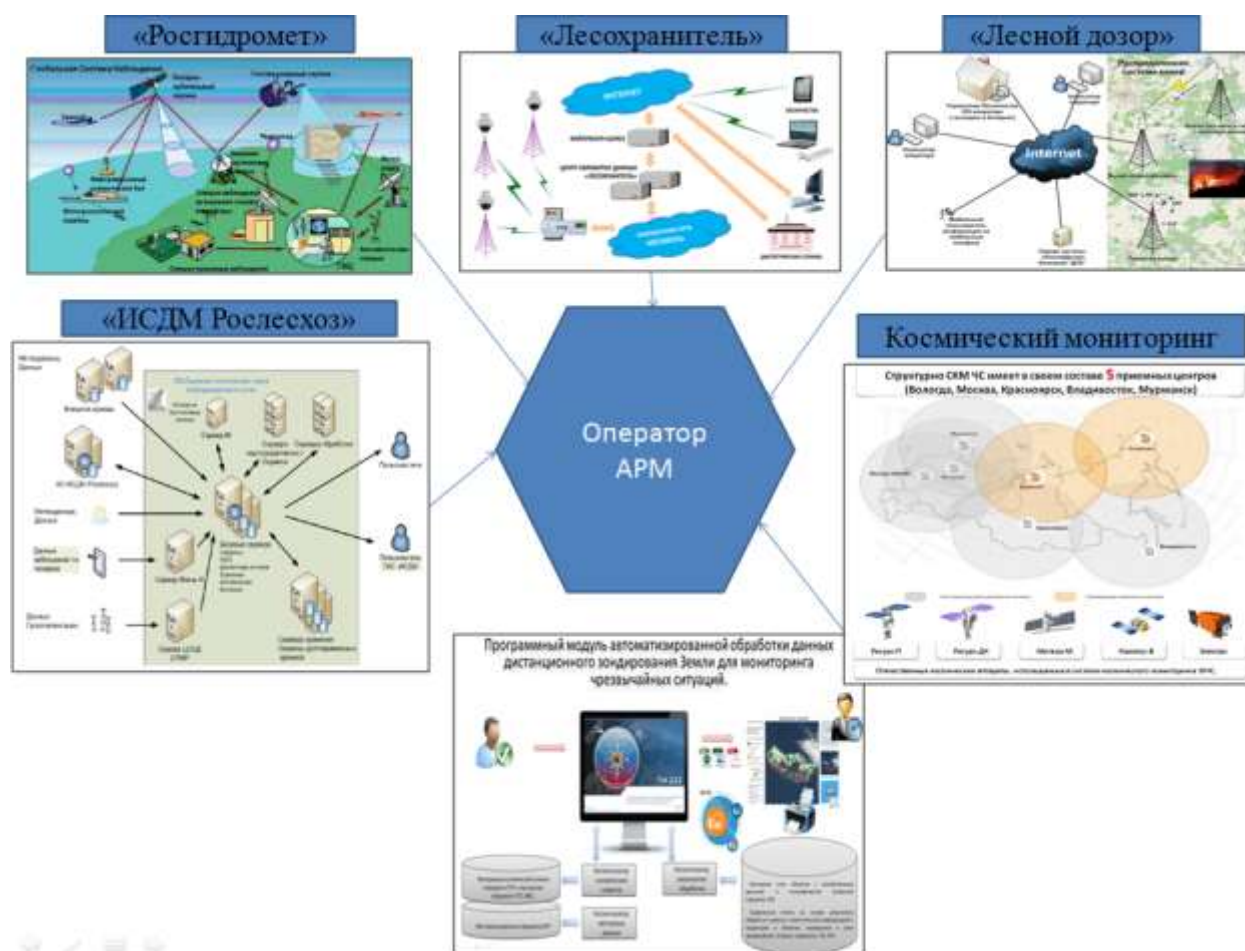


Рис. 2. Обобщённая структура системы мониторинга лесопожарной обстановки

Она демонстрирует многоуровневый подход к анализу всех поступающих данных. На первый взгляд несвязанная информация при помощи сетецентрического метода позволяет объединить в единый массив данные, и своевременно реагировать на складывающуюся лесопожарную обстановку. Структура включает в себя три группы информационных ресурсов и систем:

1. Прогнозирование и предупреждение:

- Информационная система "Лесной Дозор";
- Система дистанционного мониторинга "Лесохранитель";
- Информационная система "ОБОРОНЛЕС";
- Анимированная карта явлений погоды по данным радарных наблюдений- Веб-ГИС "Метеорад";
- Информационные системы и ресурсы из открытых источников сети интернет.

2. Моделирование развития обстановки и оценки последствий:

- Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства "ИСДМ-Рослесхоз";
- Система информационной поддержки принятия решений в случае аварийных ситуаций на РХО "RECASS NT";
- Система анализа и управления рисками "САУР".

3. Космический мониторинг:

- Геоинформационная система "КАСКАД";
- Система оперативного мониторинга СКАНЭКС;
- Информационный ресурс ДЦ ФГБУ "НИЦ ПЛАНЕТА";
- Сервис космических снимков Федерального фонда ДЗЗ ГЕОПОРТАЛ РОСКОСМОСА.

Каждая группа имеет ряд выходных параметров для дальнейшего анализа (рис. 3).



Рис. 3. Выходные параметры информационных ресурсов и систем

Оператор *автоматизированного рабочего места (АРМ)*, проводя непрерывный мониторинг всех информационных ресурсов и систем, фиксирует выявление новых термических точек. Так же важным аспектом являются погодные условия. Так, длительная сухая и жаркая погода, а также негативный прогноз ветровой нагрузки могут привести к резкому увеличению количества термических аномалий. В свою очередь большое влияние также отводится мониторингу грозовой активности. Параллельно проводится мониторинг обстановки при помощи онлайн камер широкого охвата, установленных в лесных массивах. Большинство камер являются повоторными и имеют широкий радиус действия, позволяющий увидеть наличие задымлённости за несколько километров.

В крупных городах имеются автоматизированные системы контроля состояния качества воздуха. В случае обнаружения термической точки вблизи населённого пункта, а также прогноза направления ветра в сторону жилых районов, данные системы позволяют оценивать уровень задымлённости.

Анализ и обобщение всех выходных параметров позволяет улучшить понимание сложившейся обстановки руководителями всех степеней, повысить уровень взаимодействия и осуществить синхронизацию усилий по обнаружению, локализации и ликвидации лесных пожаров (рис. 4).



Рис. 4. Последовательность действий оператора АРМ

Эффективность применения разрабатываемой сетевидеомониторинга была оценена на примере населённого пункта Прогресс Амурской области, где существовала угроза перехода огня на жилые дома. Система космического мониторинга 22 апреля 2020 г. зарегистрировала термическую точку, которая с течением нескольких суток увеличилась в размере и стала угрожать близлежащему населённому пункту (рис. 5).

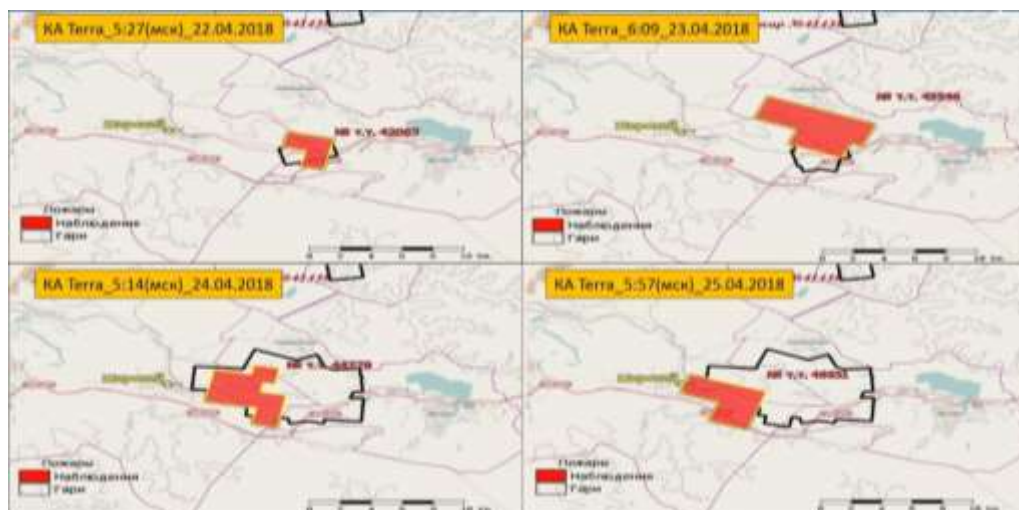


Рис. 5. Обзорные снимки развития природного пожара вблизи н.п. Прогресс

Специалистами был проведён анализ метеорологической обстановки с учётом температуры окружающего воздуха, направления ветра, количества осадков. В зону систем видеомониторинга за лесопожарной обстановкой данная термическая точка не попадала. Была установлена связь с главой сельского поселения и жителями, которые подтвердили наличие задымлённости вблизи населённого пункта. На основе полученной многоуровневой информации была разработана модель развития пожара с учётом метеопараметров и рельефа местности (рис. 6).

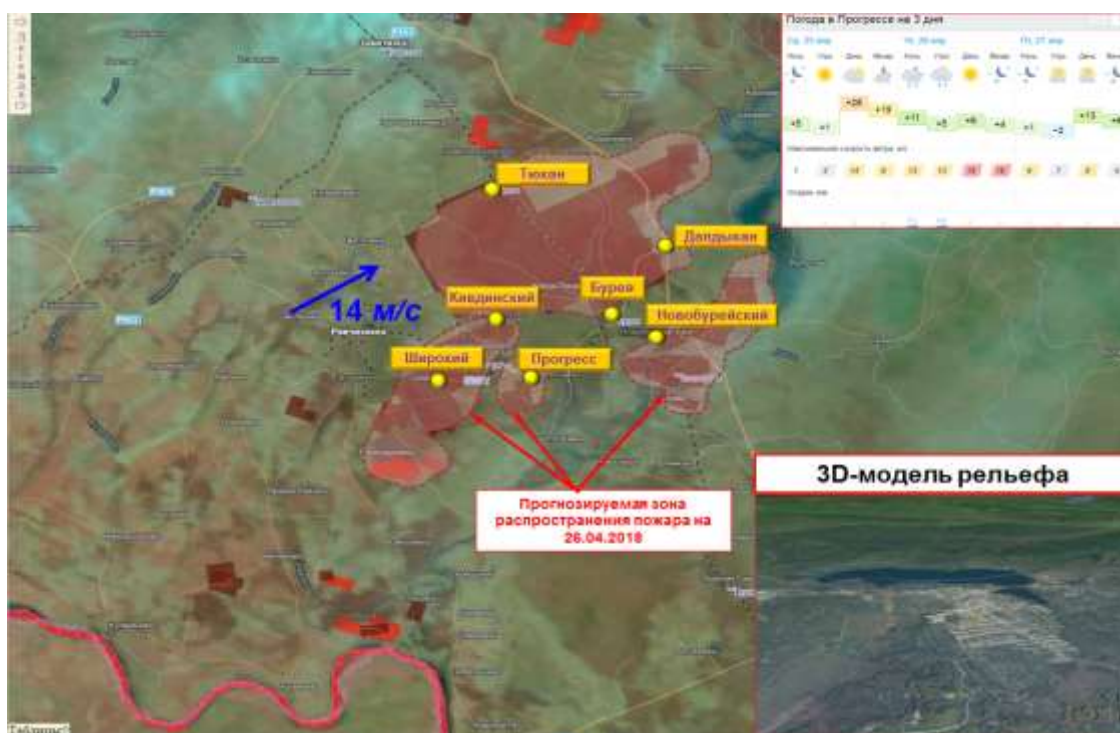


Рис. 6. Модель развития пожара вблизи н.п. Прогресс



Рис. 8. Экономический эффект применения авиации при тушении лесных пожаров вблизи н.п. Прогресс

Таким образом, можно сделать вывод, что сетцентрическая система мониторинга объединяет все информационные ресурсы и системы на всех уровнях и направлениях.

Заблаговременный мониторинг складывающейся обстановки, анализ поступающей оперативной информации о выявленных термических точках, моделирование возможных вариантов развития ситуации позволяет наиболее эффективно подходить к решению проблем защиты населения и территории от последствий лесных пожаров.

Объединение преимуществ отдельных современных технологий в единую распределённую сетцентрическую систему позволяет эффективно реализовать ликвидацию последствий всех видов чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Тихонов А. Н., Иванников А. Д., Соловьёв И. В., Цветков В. Я., Кудж С. А. Концепция сетцентрического управления сложной организационно-технической системой. М.: МаксПресс. 2010. 136 с.
2. Ефремов А. Ю., Максимов Д. Ю. Сетцентрическая система управления – что вкладывается в это понятие? // Труды 3-й рос. конф. с междунар. участием "Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения". М.: ИПУ РАН, 2012. С. 182-184.
3. Пащенко Ф. Ф., Трахтенгерц Э. А. Сетцентрические методы управления в крупномасштабных сетях. М.: URSS. 2016. 200 с.
4. Савин Л. В., Федорченко С. Н., Шварц О. К. Сетцентрические методы в государственном управлении. М.: ООО "Сам полиграфист". 2015. 146 с.
5. Шершаков В. М., Трахтенгерц Э. А., Камаев Д. А. Сетцентрические методы компьютерной поддержки управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций. М.: ЛЕНАНД. 2015. 160 с.

Материал поступил в редакцию 10 августа 2020 г.; принят к публикации 30 сентября 2020 г.

S. A. Barkovsky¹, A. V. Spiridonov¹, A. I. Ovsyanik¹,
V. L. Semikov¹, K. A. Belkin¹, P. P. Godlevskiy²

(¹Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, ²Financial University
under the Government of the Russian Federation; e-mail: birufreiheit@inbox.ru)

NETWORK-CENTRIC APPROACH TO PREVENTION AND ELIMINATION OF FOREST FIRES BASED ON INTEGRATION INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

ABSTRACT

Introduction. The article analyzes the use of modern information resources and systems in extinguishing wildfires. The approach uses a network-centric system for modern resources and systems integration.

Goals and objectives. The purpose of the study is to identify and improve methods and tools for assessing forest fire prevention based on the integration of information resources and systems.

Methods. Information-based methods and systems that allow simultaneous analysis of multi-dimensional data using digital maps, simplify the prediction and assessment of the complex effects of forest fires are considered, make it possible to quickly identify the anomalies and take the necessary measures to eliminate them.

Results and discussion. Based on the results of the analysis, a generalized structure of the forest fire monitoring system was developed using a network-centric approach.

Conclusion. A network-centric monitoring system combines all information resources and systems at all levels and directions. Early monitoring of the current situation, analysis of current operational information about identified thermal points, and modeling of possible scenarios for the development of the situation allows the most effective approach to solving problems of protecting the population and territory from the consequences of forest fires. Combining the advantages of individual modern technologies into a single distributed network-centric system makes it possible to effectively implement the elimination of the consequences of all types of emergencies.

Key words: network-centric system, forest fires, forecasting and prevention of emergency situations, information resources and systems.

For citation: Barkovsky S. A., Spiridonov A. V., Ovsyanik A. I., Semikov V. L., Belkin K. A., Godlevsky P. P. Network-centric approach to prevention and elimination of forest fires based on integration information resources and systems. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, 2020, vol. 3 (89), pp. 98-109 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2020.3.89.98-109.

References

1. Tikhonov A. N., Ivannikov A. D., Solov'yev I. V., Tsvetkov V. Ya., Kudzh S. A. *Kontseptsiya settsentricheskogo upravleniya slozhnoy organizatsionno-tekhnicheskoy sistemoy* [The concept of network-centric management of a complex organizational and technical system]. Moscow, MaksPress Publ., 2010, 136 p.
2. Efremov A. Yu., Maksimov D. Yu. *Settsentricheskaya sistema upravleniya – chto vkladyvaetsya v eto ponyatie?* [Network-centric control system – what is meant by this concept?]. *Trudy 3-y ross. konf. s mezhdunar. uchastiem "Tekhnicheskie i programmnye sredstva sistem upravleniya, kontrolya i izmereniya"* [Proceed. of the 3rd Russian conference with international participation "Hardware and software for control, monitoring and measurement systems"]. Moscow, Institute of Control Sciences RAS Publ., 2012, pp. 182-184.
3. Pashchenko F.F., Trakhtengerts E.A. *Settsentricheskie metody upravleniya v krupnomasshtabnykh setyakh* [Network-centric control methods in large-scale networks]. Moscow, URSS Publ., 2016, 200 p.
4. Savin L. V., Fedorchenko S. N., Shvarts O. K. *Settsentricheskie metody v gosudarstvennom upravlenii*. Moscow, Private limited company "Sam poligrafist" Publ., 2015, 146 p.
5. Shershakov V. M., Trakhtengerts E. A., Kamaev D. A. *Settsentricheskie metody komp'yuternoy podderzhki upravleniya likvidatsiy posledstviy chrezvychaynykh situatsiy* [Network-centric methods of computer support for emergency response management]. Moscow, LENAND Publ., 2015, 160 p.

Received August 26, 2020; accepted September 30, 2020

Информация об авторе

БАРКОВСКИЙ Сергей Александрович
слушатель факультета руководящих кадров;
Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России; Российская Федерация,
129366, г. Москва, улица Бориса Галушкина, 4;
e-mail: birufreiheit@yandex.ru

СПИРИДОНОВ Александр Викторович
канд. техн. наук; старший научный сотрудник
учебно-научного комплекса автоматизирован-
ных систем и информационных технологий;
Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России; Российская Федерация,
129366, г. Москва, улица Бориса Галушкина, 4;
ORCID ID: 0000-0002-1476-2343; РИНЦ
AuthorID: 2123-4378; e-mail: sb177@yandex.ru

ОВСЯНИК Александр Иванович
д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры
защиты населения; Академия Государственной
противопожарной службы МЧС России; Рос-
сийская Федерация, 129366, г. Москва, улица
Бориса Галушкина, 4; ORCID ID: 0000-0001-
9543-7990; РИНЦ Author ID: 3987656; e-mail:
ovsyanik58@gmail.com

СЕМИКОВ Владимир Леонтьевич
д-р техн. наук, профессор, заслуженный работ-
ник высшей школы РФ; профессор кафедры
управления и экономики ГПС; Академия Госу-
дарственной противопожарной службы МЧС
России; Российская Федерация, 129366,
г. Москва, улица Бориса Галушкина, 4; РИНЦ
Author ID: 4329776; e-mail: vlsemikov@km.ru

БЕЛКИН Кирилл Александрович
научный сотрудник учебно-научного комплек-
са автоматизированных систем и информаци-
онных технологий; Академия Государственной
противопожарной службы МЧС России; Рос-
сийская Федерация, 129366, г. Москва, улица
Бориса Галушкина, 4; ORCID ID: 0000-0003-
2319-2511; РИНЦ AuthorID: 8630-0110; e-mail:
kirill.belkin@inbox.ru

ГОДЛЕВСКИЙ Пётр Петрович
канд. военных наук, доцент; доцент кафедры
"Безопасность жизнедеятельности"; Финансо-
вый университет при Правительстве РФ;
Российская Федерация, 125993, г. Москва, Ле-
нинградский проспект, 49; ORCID ID: 0000-
0003-2965-2275; РИНЦ SPIN-код: 2513-8365; e-
mail: ppgodlevskij@fa.ru

Information about the author

BARKOVSKIY Sergey Aleksandrovich
Student of Faculty for the Preparation
of Scientific and Pedagogical Personnel; Academy
of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russian Federation, 129366, Moscow, Borisa
Galushkina St., 4; e-mail: birufreiheit@yandex.ru

SPIRIDONOV Aleksandr Viktorovich
Candidate of Technical Sciences; Senior Re-
searcher of the Educational and Scientific Com-
plex of Automated Systems and Information
Technologies; Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia; Russian Federation,
129366, Moscow, Borisa Galushkina St., 4;
ORCID ID: 0000-0002-1476-2343; RSCI SPIN
code: 2123-4378; e-mail: sb177@yandex.ru

OVSYANIK Aleksandr Ivanovich
Doctor of Technical Sciences, Professor; Profes-
sor of Department of Population Protection;
Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia; Russian Federation,
129366, Moscow, Borisa Galushkina St., 4;
ORCID ID: 0000-0001-9543-7990; RSCI Author
ID: 398765; e-mail: ovsyanik58@gmail.com

SEMIKOV Vladimir Leont'yevich
Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored
Worker of Higher School of the Russian Federa-
tion; Professor of Department of Management
and Economics of the State Fire Service; Acade-
my of State Fire Service of EMERCOM of Rus-
sia; Russian Federation, 129366, Moscow, Borisa
Galushkina St., 4; RSCI Author ID: 432977;
e-mail: vlsemikov@km.ru

BELKIN Kirill Aleksandrovich
Researcher of the Educational and Scientific
Complex of Automated Systems and Information
Technologies; Academy of State Fire Service
of EMERCOM of Russia; Russian Federation,
129366, Moscow, Borisa Galushkina St., 4;
ORCID ID: 0000-0003-2319-2511; RSCI SPIN
code: 8630-0110; e-mail: kirill.belkin@inbox.ru

GODLEVSKIY Petr Petrovich
Candidate of Military Sciences, Associate Profes-
sor; Associate Professor of the Department of Life
Safety; Financial University under the Govern-
ment of the Russian Federation; Russian Federa-
tion, 125993, Moscow, Leningradsky Prospekt,
49; ORCID ID: 0000-0003-2965-2275; RSCI
SPIN code: 2513-8365; e-mail: ppgodlev-
skij@fa.ru