

## НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Н.А. Коршунов<sup>1</sup>, В.А. Савченкова<sup>1, 2✉</sup>, А.В. Перминов<sup>1</sup>, М.Е. Конюшенков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБОУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ), 141202, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

<sup>2</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

v9651658826@yandex.ru

Рассматривается проблема территориального рассредоточения пожарных вдоль периметра лесного пожара в ходе его тушения. Приведено обоснование необходимости решения вопроса координации действий пожарных в условиях постоянно изменяющейся внешней среды с учетом задач, стоящих перед руководителем тушением лесного пожара. Обоснована актуальность создания автоматизированной системы управления силами и средствами тушения лесного пожара, а также методики управления силами и средствами пожаротушения при ликвидации крупных лесных пожаров. Определены основные задачи, лежащие в основе методики управления силами пожаротушения и техническими решениями: формирование ситуационной осведомленности для участников тушения пожара и обеспечение эффективной коммуникации за счет внедрения ее новых форм между участниками тушения. Представлена реализация указанной методики в виде автоматизированной системы управления, которая войдет в состав подсистемы информационной системы дистанционного мониторинга ИСДМ-Рослесхоз. Проведен теоретический анализ основных управленческих задач, возникающих перед руководителем тушения лесного пожара. С учетом интеллектуальных и технических наработок, приведено обоснование целесообразности интегрирования подсистемы в существующую информационную систему дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства. Определена значимость работы, которая заключается в разработке алгоритмов автоматизированного формирования рекомендаций для принятия управленческих решений при организации тушения крупных лесных пожаров, внедрения электронных форм коммуникации при тушении лесного пожара. Определены информационные связи между участниками производственных процессов. Приведен пример составления схемы тушения лесного пожара. Представлен порядок действий руководителя тушением лесного пожара и руководителей, подчиненных ему подразделений, а также типовой алгоритм их работы. Указаны блоки автоматизированной системы управления для каждого этапа ее создания. Приведены планируемые результаты исследования.

**Ключевые слова:** лесной пожар, автоматизированная система, методика, тушение

**Ссылка для цитирования:** Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Конюшенков М.Е. Научное обоснование методики автоматизированного управления силами и средствами пожаротушения // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 3. С. 75–84. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-75-84

Своевременное и достоверное формирование научно-аналитической информации для принятия оперативных управленческих решений при организации тушения крупных лесных пожаров на сегодняшний день крайне актуально.

Наиболее важной задачей при тушении лесных пожаров является быстрая и эффективная ликвидация пожара, спланированная так, чтобы совокупный ущерб был минимальным [1–5]. Управление ходом тушения, транспортировкой сил и средств к месту пожара и выводом сил к местам постоянной дислокации представляет собой сложный процесс и осуществляется, как правило, самыми опытными сотрудниками лесопожарных организаций. Решения требуют значительных временных затрат, анализа большого объема информации, и их не всегда можно назвать оптимальными. В повышении эффективности управления противопожарными силами помогут методика моделирования, имитационная модель

и информационная система, с помощью которых можно принять оптимальные решения по управлению силами и средствами пожаротушения в условиях действующего лесного пожара с учетом характеристик распространения пожара, возможностей, имеющихся в наличии противопожарных сил и средств, и действующих регламентов по тушению лесных пожаров [6–10].

Для выбора правильной стратегии и эффективной тактики тушения крупного лесного пожара, особенно в условиях большой вариативности условий горения и разнородных по структуре и численности задействованных сил и средств пожаротушения, руководитель тушения пожара должен обладать актуальной и достоверной информацией [11–16].

Кроме того, для снижения рисков ошибочного принятия управленческих решений, необходимо автоматизировать процессы сбора ключевой информации о лесном пожаре, взаимодействие между участниками тушения, формирование рекомендаций для принятия управленческих

решений (в случае, когда они основываются на формализованных алгоритмах).

Таким образом, повышение эффективности организации тушения крупных лесных пожаров возможно за счет создания автоматизированной системы управления (АСУ) силами и средствами тушения, применяемыми при ликвидации крупного лесного пожара [17–21].

Учитывая имеющиеся интеллектуальные и технические наработки, а также реализованную функциональность для смежных задач в информационно-аналитической системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (далее — ИСДМ-Рослесхоз) целесообразно интегрировать модуль АСУ в качестве подсистемы ИСДМ-Рослесхоз, а не заниматься разработкой нового аппаратно-программного комплекса [22–24]. Для этого целесообразно разработать методику управления силами и средствами пожаротушения на крупном лесном пожаре.

### Цель работы

Цель работы – разработка научно обоснованных предложений по созданию АСУ силами и средствами тушения, применяемыми при ликвидации крупного лесного пожара интегрированной в ИСДМ-Рослесхоз.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследования являются организационные процессы тушения крупных лесных пожаров.

За основу принята аналитически-экспериментальная стратегия исследования. В частности, проведен предварительный теоретический анализ основных управленческих задач, возникающих перед руководителем тушения лесного пожара, в целях выявления тех из них, которые можно автоматизировать. Собраны сведения об управленческих и информационных процессах, а также о реальных потребностях и пожеланиях в области информатизации от руководителей тушения лесных пожаров.

Метод работы — анализ проблематики тушения крупных лесных пожаров, определение перспективных технических решений, разработка методики управления сил и средств пожаротушения. Анализ научных публикаций, технической документации, нормативно-правовых актов в области лесного законодательства Российской Федерации и других стран, ведомственной отчетности, предоставляемой органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации Рослесхозу и обрабатываемые ФГБУ «Рослесинфорг» и ФБУ «Авиалесоохрана», данных ИСДМ-Рослесхоз, статистической отчетности, размещаемой в открытых источниках.

### Результаты и обсуждение

В результате исследований периода 2018–2020 гг. на основе анализа практики тушения крупных лесных пожаров выявлено, что на проблему эффективности руководства силами и средствами пожаротушения на крупном лесном пожаре, в максимальной степени влияют следующие причины:

- недостаточный уровень информированности руководителей подразделений и руководителя тушения крупного лесного пожара;
- недостаточный уровень понимания руководителями подразделений текущей ситуации и поставленных им задач;
- низкий уровень коммуникации между подразделениями и отдельными специалистами;
- неудовлетворительный уровень взаимодействия между подразделениями, особенно между формированиями разной ведомственной принадлежности.

Борьба с крупными лесными пожарами подразумевает территориальное рассредоточение пожарных вдоль периметра пожара. Важным элементом успешности борьбы является оперативная координация действий пожарных в условиях постоянно изменяющейся внешней среды. Вербальные способы коммуникации по каналам радио- или телефонной связи не всегда обеспечивают ясность понимания задач подчиненными и оперативность принятия решений руководителями. Возникает необходимость в более объемных и быстрых способах обмена информацией и обеспечения процессов принятия оперативных решений.

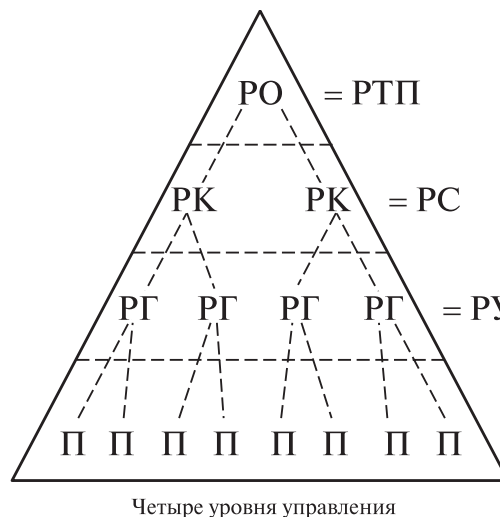
Следовательно, в основе разрабатываемой методики управления силами пожаротушения и технических решений для ее реализации лежит решение двух основных задач:

- 1) формирование ситуационной осведомленности для участников тушения пожара;
- 2) обеспечение эффективной коммуникации за счет внедрения новых форм коммуникации между участниками тушения.

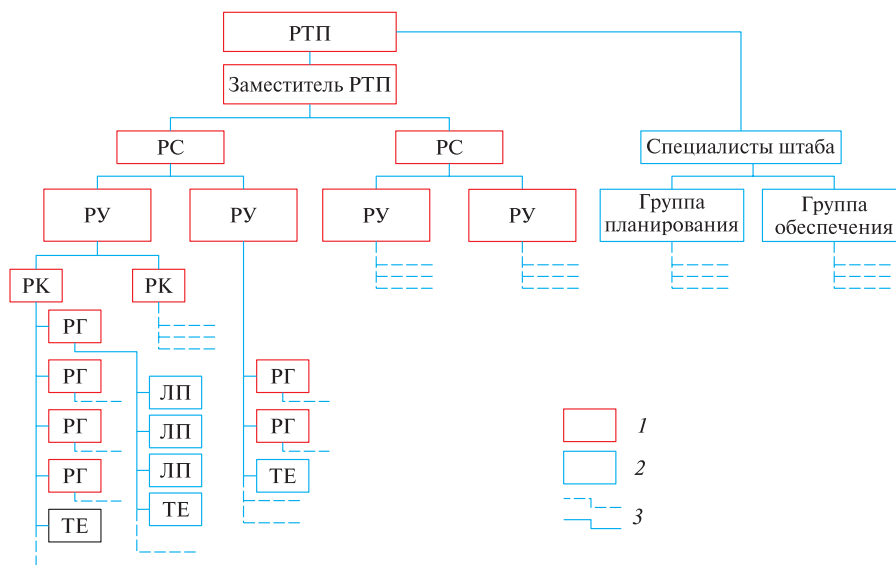
Решение проблем ситуационной осведомленности и эффективной коммуникации и взаимодействия на крупном пожаре – это оптимальное сочетание единой (унифицированной) методики управления силами и средствами в ходе тушения крупного лесного пожара, реализуемой на современной технической платформе в единой информационной среде по средствам технических каналов связи с элементами автоматизации сбора и отображения информации на унифицированном интерфейсе в персональных средствах.

Методическая основа управления силами пожаротушения, положенная в основу концепции АСУ (уровень руководства тушением крупного

**Рис. 1.** Построение руководителем тушения лесного пожара четырех уровневой вертикальной структуры подчиненности участников процесса тушения крупного лесного пожара на принципах единоначалия (здесь и на рис. 2): РТП — руководитель тушением пожара; РС — руководитель сектора; РУ — руководитель участка; РГ — руководитель группы; ЛП — лесной пожарный; ТЕ — тактическая единица, пожарный трактор, автоцистерна, бульдозер и т. д.; П — пожарный



**Fig. 1.** Construction by the head of forest fire extinguishing of a 4-level vertical structure of subordination of participants in the process of extinguishing a large forest fire, based on the principles of unity of command (here and in fig. 2): РТП — is the head of fire extinguishing; РС — is the head of the sector; РУ — is the head of the site; РГ — is the head of the group; ЛП — is a forest firefighter; ТЕ — is a tactical unit, a fire tractor, a tanker truck, a bulldozer, etc.; П — is a firefighter



**Рис. 2.** Пример установленной руководителем тушения лесного пожара иерархии подчиненности и технологической роли руководителей подразделений: 1 — должностное лицо с правом отдачи распоряжений, команд, приказов — командная позиция; 2 — работник, специалист или тактическая единица (автоцистерна, трактор, бульдозер и пр.); 3 — линия власти, подчиненности

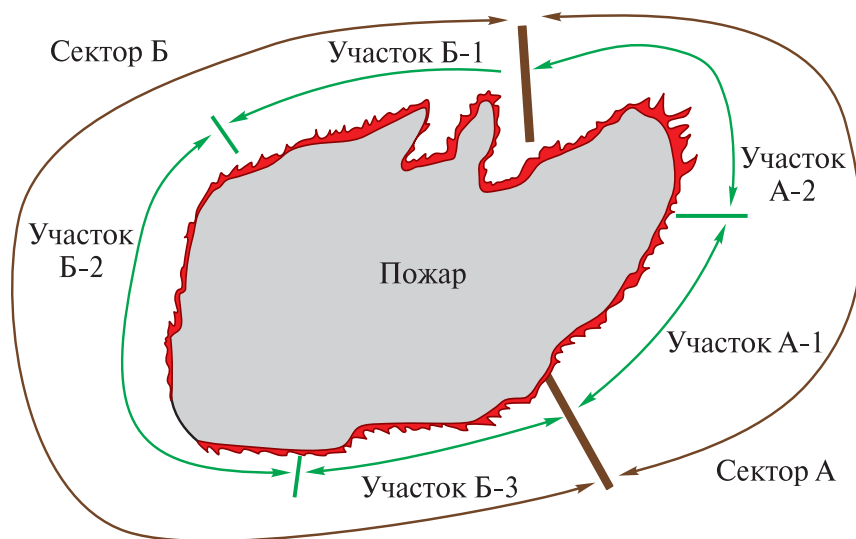
**Fig. 2.** An example of the hierarchy of subordination and technological role of the heads of departments established by the head of forest fire extinguishing: 1 — an official with the right to issue orders, commands, orders — a command position; 2 — employee, specialist or tactical unit (tanker truck, tractor, bulldozer, etc.); 3 — line of authority, subordination

лесного пожара), подсистемы ИСДМ-Рослесхоз на уровне одного условного крупного лесного пожара, предполагает следующий порядок действий руководителя тушением лесного пожара и руководителей, подчиненных ему подразделений:

1) построение руководителем тушения лесного пожара вертикальной структуры подчиненности участников процессов тушения крупного лесного пожара на принципах единоначалия (рис. 1) в соответствии с требованиями Правил тушения лесных пожаров, утвержденных приказом Минприроды России от 08.07.2014 № 313.

2) авторизация пользователей (участников тушения крупного лесного пожара) в АСУ в соответствии установленной руководителем тушения лесного пожара иерархии подчиненности и технологической роли (рис. 2);

3) формирование текстовой части в унифицированном WEB-интерфейсе АСУ, отображающей текущую ситуацию о построении вертикали управления на данном пожаре и способах осуществления взаимодействия, в том числе с использованием электронных форм (внутренний чат, передача графических сообщений);



**Рис. 3.** Пример распределения участков и секторов на пожаре между подчиненными руководителями подразделений

**Fig. 3.** Example of the distribution of plots and sectors in a fire between subordinate heads of departments

4) формирование графического изображения в унифицированном WEB-интерфейсе АСУ, отражающего текущую ситуацию на лесном пожаре, которое содержит:

- контур лесного пожара на момент времени, полученный по данным ИСДМ-Рослесхоз и/или нанесенный руководителем тушения лесного пожара посредством унифицированного WEB-интерфейса;

- топографическую основу с привязкой географических координат (в формате ПЗ.90.02 или ПЗ.90.11), возможно, с добавлением тематических слоев, дорожной сети, квартальной сети, карт участков с категориями лесной растительности, гидрографии и т. п.;

- критические направления распространения пожара;

- естественные или искусственные рубежи, по данным руководителя тушением лесного пожара, руководителя лесопожарного подразделения и справочника с объектами противопожарного обустройства, размещенного в ИСДМ-Рослесхоз;

- фактическое расположение и состав подразделений (по данным, полученным от авторизированных пользователей в автоматическом режиме) на местности, состав отдельных подвижных средств тушения, полученных по данным сигналов датчиков спутниковой навигации;

5) осуществление руководителем тушения лесного пожара постановки основных задач подчиненным подразделениям, распределения участков и секторов на пожаре между подчиненными руководителями подразделений (рис. 3), отображения их в текстовой и графической части унифицированного WEB-интерфейса;

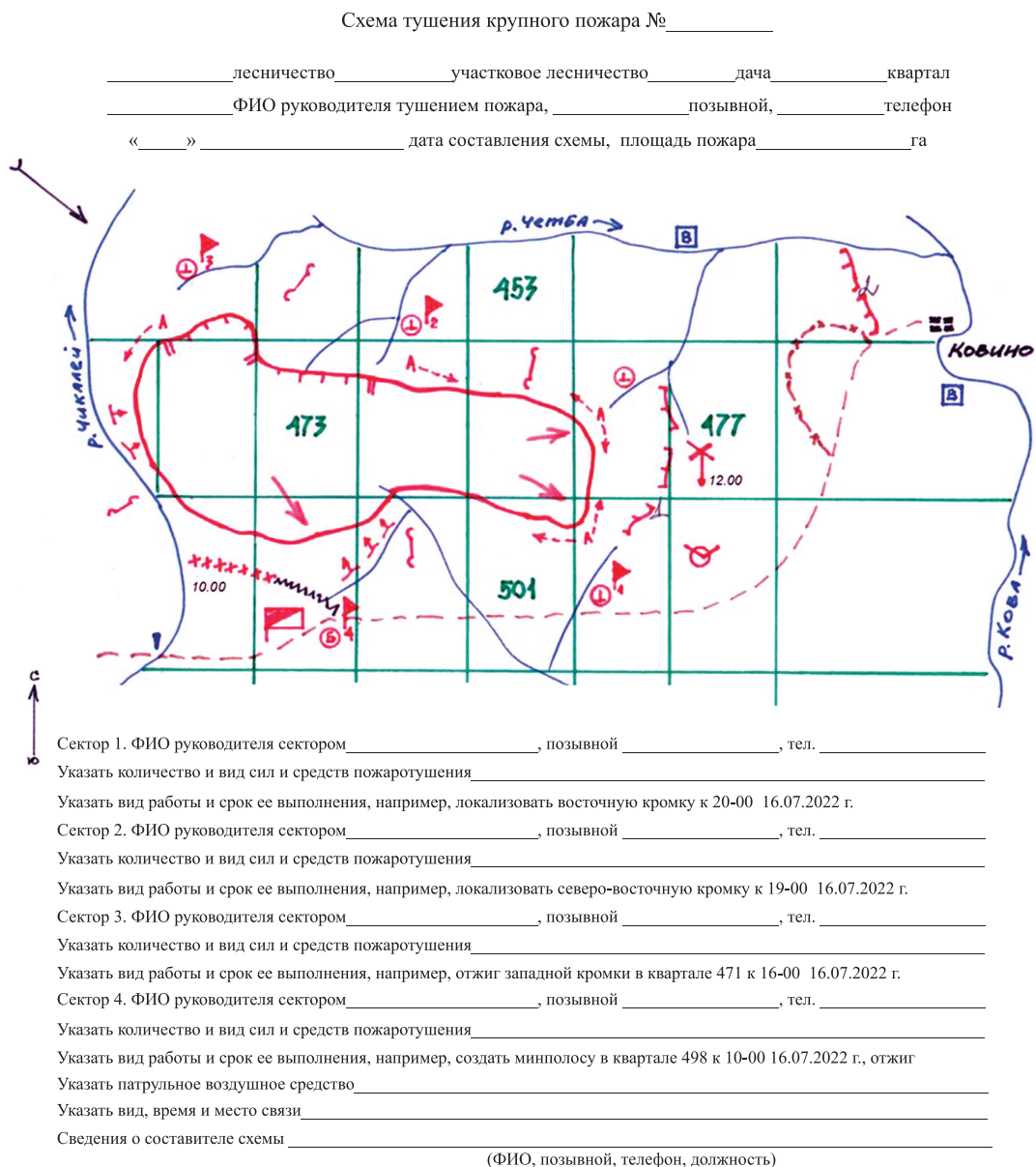
6) принятие руководителем тушения лесного пожара мер по организации коммуникации между руководящими работниками, специалистами, диспетчерским центром;

7) принятие руководителем тушения лесного пожара мер по организации разведки и сбору информации, установлению периодичности докладов от руководителей подчиненных подразделений, внесению ими в унифицированный WEB-интерфейс контрольных данных о достигнутых результатах;

8) формирование (обновление) в текстовой и графической части WEB-интерфейса данных об изменениях текущей ситуации и достигнутых результатах, посредством поступления данных от сигналов датчиков спутниковой навигации пользователей (терминалы руководителей подразделений, специалистов, подвижных средств разведки и тушения) и путем редактирования информации непосредственно руководителями подразделений в течение установленного периода выполнения подразделениями поставленных руководителем тушения лесного пожара задач;

9) осуществление информационного обмена между пользователями посредством чатов и электронных сообщений, средствами, предусмотренными в унифицированном WEB-интерфейсе, в течение установленного периода выполнения подразделениями поставленных руководителем тушения лесного пожара задач;

10) проведение руководителем тушения лесного пожара корректировки и полное изменение задач подчиненными подразделениями с соответствующим изменением информации в графической и текстовой частях WEB-интерфейса в



**Рис. 4.** Пример составления рабочей схемы тушения крупного лесного пожара, согласно требованиям Правил тушения лесных пожаров

**Fig. 4.** Example of drawing up a working scheme for extinguishing a large forest fire, according to the requirements of the Rules for extinguishing forest fires

случае существенных изменений лесопожарной обстановки;

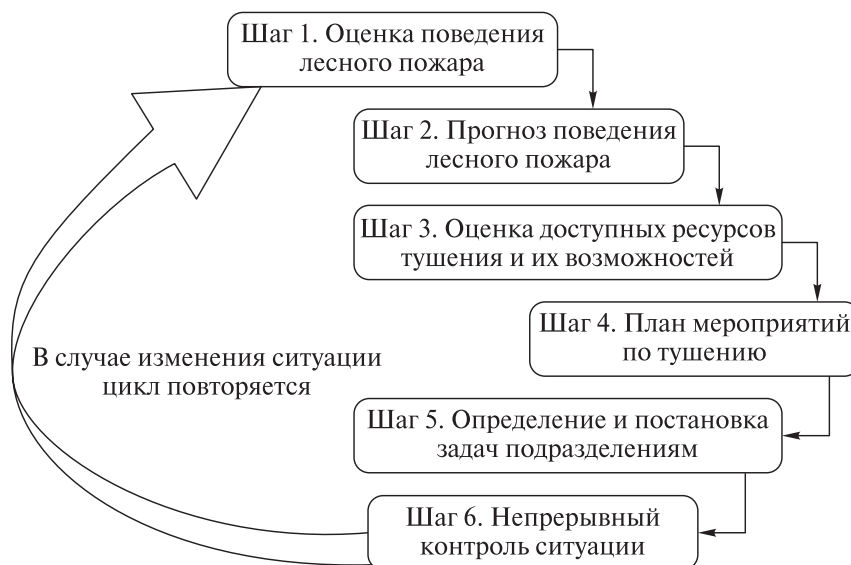
11) обновление отображаемой информации на терминалах пользователей и непосредственно в подсистеме ИСДМ-Рослесхоз при поступлении информации от различных пользователей, автоматических систем и при редактировании данных руководителем тушения лесного пожара и руководителями подразделений в унифицированном WEB-интерфейсе;

12) хранение (архивирование) в АСУ данных о динамике изменения лесопожарной ситуации, ходе и результатах тушения, диалогах при осуществлении электронной коммуникации по окончании работ по тушению крупного лесного пожара.

Целесообразно, чтобы отображение информации в унифицированном WEB-интерфейсе повторяло функциональные решения классической схемы тушения крупного лесного пожара [25]. Должны быть использованы типовые символы для отображения тактической обстановки в соответствии с Приложением № 1 указанных правил (рис. 4).

Для отображения тактической обстановки используют следующие основные цвета:

- зеленый — квартальная сеть, номера кварталов, границы земель лесного фонда, отдельные насаждения, тип растительности;
- синий — естественные и искусственные водоемы (реки, ручьи, озера, пруды, болота и т. п.), места забора воды;



**Рис. 5.** Типовой алгоритм работы руководителя тушением пожара, руководителя сектора, руководителя участка — «Цикл управления»

**Fig. 5.** Typical algorithm for the work of a fire extinguishing manager, a sector manager, a site manager — «Control cycle»

– красный — контур действующего пожара, направление распространения пожара, места размещения (высадки) авиапожарных групп (команд), наземных лесопожарных подразделений (формирований) и пунктов управления, графическое отображение поставленных задач для подразделений (формирований);

– черный — населенные пункты, направление ветра, имеющиеся (или уже созданные в ходе тушения лесного пожара) опорные линии (минерализованные полосы, разрывы, барьеры), потушенные (недействующие) участки лесного пожара, текст к графическим элементам; также черный цвет используют для отображения статичных объектов и выполненных (завершенных) действий, уточняющих подписей к графическим фигурам, наименованиям объектов;

– коричневый — дороги, тропинки, пути подъезда, возвышенности, естественные и искусственные преграды;

– желтый — границы территории, на которой осуществляются действия по тушению лесного пожара (по сути, это зона полномочий и ответственности РТП), и прогнозируемый контур лесного пожара.

Любая информация за пределами контура пожара относится к действиям сил и средств.

В перспективной АСУ тушением крупного лесного пожара должна быть реализована возможность связи между всеми пользователями посредством адресных электронных сообщений отдельным пользователям и группам пользователей. Целесообразно предусмотреть возможность передачи видеоданных и фотографий по запросам пользователей. Реализация в АСУ возможности

передачи видеоданных в режиме on-line носит спорный характер. Существует мнение некоторых лесопожарных специалистов о полезности работы с видеоданными. С точки зрения процессов управления силами наличие такой возможности в действительности не всегда положительно влияет на эффективность процессов управления, так как видеоданные, по сути, являются «необработанным» объемом информации и потребуют от руководителя существенных затрат времени на ее обработку (на осмысление увиденного) в целях выделения ключевых параметров, необходимых для формирования решения. Подобную «интеллектуальную» обработку могут осуществлять работники, находящиеся непосредственно на месте событий, самостоятельно выделять необходимые параметры и сообщать о них руководителям. При этом с технической точки зрения, одномоментная передача больших объемов данных (видеопотоков) в режиме on-line существенно загружает технические каналы связи, вызывает рост сложности и стоимости оборудования (средств связи). Получение видеоданных в режиме on-line имеет смысл только при проведении авиаразведки. В основном значительные объемы видео- и фотоданных целесообразны для решения задач документирования событий, т. е. без режима on-line.

Создание и использование подобного технического инструмента руководителем тушения лесного пожара и руководителями подразделений при тушении крупного лесного пожара позволяет выполнять следующие действия:

– преодолеть проблему обеспечения устойчивости управления, так как необходимая вертикаль управления жестко «закрепляется» техническим

решением, которое не позволяет выйти участникам за пределы установленных руководителем тушения лесного пожара параметров;

– обеспечить своевременное доведение команд и решений в контуре управления, их формализацию, возможность оценки их эффективности через составление достигнутых результатов, и их ретроспективной оценки;

– улучшить ситуационную осведомленность руководящих работников и минимизировать проблему фрагментации понимания текущей лесопожарной обстановки, общего замысла тушения крупного лесного пожара;

– получить эффект синхронизации действий (самоорганизации) лесопожарных подразделений (формирований), причем с минимальным участием руководителя тушением лесного пожара при решении данной задачи;

– существенно уменьшить интеллектуальные и временные затраты руководителя тушением лесного пожара, руководителей секторов и участков тушения на пожаре на реализацию типовых циклов (алгоритмов) управления (рис. 5), ориентировочно в 2 раза и более, что способствует более быстрому принятию необходимых решений в условиях динамично изменяющейся лесопожарной обстановки, следствием чего будет повышение эффективности сил и средств пожаротушения;

– минимизировать вероятность получения «ложной» информации, что повышает персональную ответственность исполнителей за результат тушения крупного лесного пожара и уполномоченных органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации в области лесных отношений.

На начальном этапе создания перспективной автоматизированной системы управления целесообразно отработать следующие блоки:

– блок отображения информации — создание интуитивно понятного унифицированного WEB-интерфейса в ИСДМ-Рослесхоз и полевых терминах;

– блок коммуникации — создание терминала доступа и базовой станции, определения оптимальных каналов технической связи (УКВ-радиосвязь 5–6-го поколения, полевая Wi-Fi сеть, спутниковая связь, «локальный интернет» по средствам беспилотного летательного аппарата).

На втором этапе создания перспективной АСУ целесообразно создать следующие блоки:

– блок поддержки принятия решений;

– блок прогнозирования развития контура лесного пожара;

– блок расчета достаточности сил и средств пожаротушения.

Таким образом, разработка алгоритмов автоматизированного формирования рекомендаций

для принятия управленческих решений при организации тушения крупных лесных пожаров, внедрения электронных форм коммуникации при тушении лесного пожара определяются как основные задачи, лежащие в основе методики управления силами пожаротушения.

## Выводы

С учетом имеющихся отечественных технических решений в области цифровых коммуникаций сформирована оптимальная техническая схема организации информационных потоков, позволяющих интегрировать деятельность подразделений непосредственно на лесном пожаре в сложных полевых условиях и отображения данных в ИСДМ-Рослесхоз. Определены информационные связи между участниками процессов («пользователями» системы, «поставщиками» информации), предложены информационные слои для создания унифицированного интерфейса в АСУ.

На основе результатов работы предполагается подготовка инновационной продукции — методики управления силами и средствами тушения, применяемыми при ликвидации крупного лесного пожара, на основании АСУ, интегрированной в ИСДМ-Рослесхоз. Разработка и реализация нового инновационного научно-технического результата заключается в том, что научно обоснованные предложения позволят создать не имеющую аналогов в Российской Федерации АСУ поддержки принятия управленческих решений при организации тушения крупных лесных пожаров.

## Список литературы

- [1] Валендик Э.Н., Матвеев П.М., Софронов М.А. Крупные лесные пожары. М.: Наука, 1979. 198 с.
- [2] Валендик Э.Н. Районирование территории Сибири и Дальнего Востока по условиям возникновения крупных лесных пожаров // Методы и средства борьбы с лесными пожарами. М: ВНИИЛМ, 1986. С. 102–118.
- [3] Валендик Э.Н. Особенности распространения крупных лесных пожаров // Лесные пожары и борьба с ними. М: ВНИИЛМ, 1987. С. 28–42.
- [4] Главацкий Г.Д., Груманс В.М. Особенности тактики тушения лесных пожаров в многолесных районах Сибири // Вестник МГУЛ – Лесной Вестник, 2001. № 5. С. 23–37.
- [5] Груманс В.М. Особенности организации и тактики тушения крупных лесных пожаров (КЛП): На примере Красноярского Приангарья: дис. ... д-ра с.-х. наук. Москва: 06.03.03. 1999. 222 с.
- [6] Денисов А.Н. Методы, модели и алгоритмы поддержки управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров: дис. д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Москва. 2018. 406 с.
- [7] Доррер Г.А., Курбатский Н.П. Математические модели лесных пожаров: основные понятия, классификация, требования // Прогнозирование лесных пожаров. Красноярск: Изд-во Ин-та леса и древесины им. Сукачева СО АН СССР, 1978. С. 5–26.

- [8] Доррер Г.А., Ушанов С.В. Расчет оптимальных путей локализации лесных пожаров // Горение и пожары в лесу. Красноярск: Изд-во ИЛиД Со АН СССР, 1984. С. 72–74.
- [9] Коровин Г.М. Особенности расчета параметров лесных низовых пожаров // Сб. Науч.-иссл. работ по лесному хозяйству. М.: Гослес-бумиздат, 1969. Вып. 12. С. 244–262.
- [10] Коляда А.В. Оптимизация процесса тушения лесного пожара с использованием имитационного моделирования // Ученые записки Российского государственного социального университета, 2010. № 8 (84). С. 89–94.
- [11] Конев Э.В. К расчету сил и средств на остановку лесного пожара // ИВУЗ Лесной журнал, 1987. № 5. С. 24–29
- [12] Овсянников И.В. Расчет состава группы по тушению лесных пожаров // Лесное хозяйство, 1971. № 11. С. 61–63.
- [13] Овчинников Ф.М. Оперативная лесопирологическая схема для руководителя тушения пожара // Лесное хозяйство, 1992. № 12. С. 43–44.
- [14] Овчинников Ф.М. Разведка и составление плана тушения крупного лесного пожара // Лесное хозяйство. 1993. № 4. С. 44–45.
- [15] Овчинников Ф.М. Тактические расчеты при тушении лесного пожара. Техника безопасности // Лесное хозяйство. 1994. № 2. С. 38–41.
- [16] Повзик Я.С. Пожарная тактика. М.: ЗАО «Спецтехника», 2004. 416 с.
- [17] Таранцев А.А. Модель применения беспилотных летательных аппаратов в целях тушения крупных лесных пожаров в зоне применения наземных сил и средств // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2016. № 2. С. 21–27.
- [18] Телицын Г.П. Определение параметров крупных лесных пожаров при организации их тушения // Лесное хозяйство, 1980, № 7. С. 58–60.
- [19] Телицын Г.П. Организация тушения крупных лесных пожаров в условиях задымленности // Методы и средства борьбы с лесными пожарами. М.: ВНИИЛМ, 1985. С. 24–31.
- [20] Телицын Г.П. Рекомендации по борьбе с крупными лесными пожарами на Дальнем Востоке. Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 1987. 48 с.
- [21] Яркин В.В. Организация управления совместными действиями подразделений различной ведомственной принадлежности при тушении крупных лесных и торфяных пожаров (на примере Ленинградской области) дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский институт Государственной противопожарной службы, 2015. 216 с.
- [22] Беккиев А.Ю. ЕСУ ТЗ: время делать следующий шаг. URL: <https://topwar.ru/11789-esu-tz-vremya-delat-sleduyuschiy-shag.html> (дата обращения 10.11.2021 г.).
- [23] Военное обозрение. Автоматизированная система управления войсками «Андромеда-Д». URL: <https://topwar.ru/32527-avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-voyskami-andromeda-d.html> (дата обращения 10.11.2021 г.).
- [24] Noonan-Wright E.K. et al. Developing the US Wildland Fire Decision Support System // Hindawi Publishing Corporation J. of Combustion, 2011, article ID 168473, pp. 1–14. DOI:10.1155/2011/168473
- [25] Приказ Минприроды России от 08.07.2014 № 313 (ред. от 16.02.2017) «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров». URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208466> (дата обращения 10.11.2021 г.).

## Сведения об авторах

**Коршунов Николай Александрович** — канд. с.-х. наук, зав. отделом лесной пирологии и охраны лесов от пожаров, Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли ФБУ ВНИИЛМ, [letnab21@yandex.ru](mailto:letnab21@yandex.ru)

**Савченкова Вера Александровна** — д-р с.-х. наук, доцент, гл. науч. сотр. отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров, ФБУ ВНИИЛМ, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), [v9651658826@yandex.ru](mailto:v9651658826@yandex.ru)

**Перминов Анатолий Викторович** — ст. науч. сотр. отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров, Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли ФБУ ВНИИЛМ, [avperminov@mail.ru](mailto:avperminov@mail.ru)

**Конюшенков Михаил Евгеньевич** — зам. зав. отделом лесной пирологии и охраны лесов от пожаров, Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли ФБУ ВНИИЛМ, [4x4drive@mail.ru](mailto:4x4drive@mail.ru)

Поступила в редакцию 24.01.2022.

Одобрено после рецензирования 15.02.2022.

Принята к публикации 04.04.2022.



# AUTOMATED CONTROL METHODOLOGY OF FIRE EXTINGUISHING MEANS SCIENTIFIC SUBSTANTIATION

N.A. Korshunov<sup>1</sup>, V.A. Savchenkova<sup>1,2✉</sup>, A.V. Perminov<sup>1</sup>, M.E. Konyushenkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Scientific Research Institute for Forestry and Forestry Mechanization, 15, Institutskaya st., 141202, Pushkino, Moscow reg., Russia

<sup>2</sup>BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

v9651658826@yandex.ru

The issue of firefighters territorial dispersal along the perimeter of a forest fire during its extinguishing is considered. Justification of firefighters' coordination actions in a constantly changing external environment, taking into account the tasks facing the head of extinguishing a forest fire, was provided. The urgency of creating an automated control system for the forces and means of extinguishing a forest fire, as well as methods of controlling the forces and means of fire extinguishing in the elimination of large forest fires were substantiated. The main tasks underlying the methods of fire extinguishing forces management and technical solutions were given, such as the formation of situational awareness for participants in fire extinguishing and ensuring effective communication through the introduction of its new forms between participants in extinguishing. The implementation of this technique in the form of an automated control system was presented. This will be part of the subsystem of the ISDM-Rosleskhaz remote monitoring information system. The theoretical analysis of the main management tasks arising from the head of extinguishing a forest fire is carried out. Taking into account intellectual and technical developments, the rationale for the feasibility of integrating the subsystem into the existing remote monitoring information system of the Federal Forestry Agency is given. The significance of the work is identified, which consists in the development of algorithms for the automated formation of recommendations for making managerial decisions when organizing the extinguishing large forest fires, the introduction of electronic forms of communication when extinguishing a forest fire. Information links between participants of production processes are defined. An example of drawing up a scheme for extinguishing a forest fire is given. The procedure of actions of the head of extinguishing a forest fire and the heads of subordinate units, as well as a typical algorithm of their work, is presented. The blocks of the automated control system for each stage of its creation are indicated. The planned results of the study are presented.

**Keywords:** forest fire, automated system, methodology, extinguishing

**Suggested citation:** Korshunov N.A., Savchenkova V.A., Perminov A.V., Konyushenkov M.E. *Nauchnoe obosnovanie metodiki avtomatizirovannogo upravleniya silami i sredstvami pozharotusheniya* [Automated control methodology of fire extinguishing means scientific substantiation]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 3, pp. 75–84. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-75-84

## References

- [1] Valendik E.N., Matveyev P.M., Sofronov M.A. *Krupnye lesnye pozhary* [Large forest fires]. Moscow: Nauka, 1979, 198 p.
- [2] Valendik E.N. *Rayonirovaniye territorii Sibiri i Dalnego Vostoka po usloviyam vozniknoveniya krupnykh lesnykh pozharov* [Zoning of the territory of Siberia and the Far East according to the conditions of occurrence of large forest fires]. *Metody i sredstva borby s lesnymi pozharami* [Methods and means of combating forest fires], 1986, pp. 102–118.
- [3] Valendik E.N. *Osobennosti rasprostraneniya krupnykh lesnykh pozharov* [Features of the spread of large forest fires]. *Lesnye pozhary i borba s nimi* [Forest fires and their fight], 1987, pp. 28–42.
- [4] Glavatsky G.D., Grumans V.M. *Osobennosti taktiki tusheniya lesnykh pozharov v mnogolesnykh rayonakh Sibiri* [Features of forest fire fighting tactics in multi-forest areas of Siberia]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2001, no. 5, pp. 23–37.
- [5] Grumans V.M. *Osobennosti organizatsii i taktiki tusheniya krupnykh lesnykh pozharov (KLP): na primere Krasnoyarskogo Priangarya* [Features of the organization and tactics of extinguishing large forest fires (CLIP): on the example of the Krasnoyarsk Angara region]. *Diss. Dr. Sci. (Agric.)*. Moscow, 1999, 222 p.
- [6] Denisov A.N. *Metody, modeli i algoritmy podderzhki upravleniya pozharo-spatel'nymi podrazdeleniyami pri tushenii pozharov* [Methods, models and algorithms for supporting management of fire and rescue units in extinguishing fires]. *Diss. Dr. Sci. (Agric.)*. Moscow, 2018, 406 p.
- [7] Dorrer G.A., Kurbatsky N.P. *Matematicheskiye modeli lesnykh pozharov: osnovnye ponyatiya, klassifikatsiya, trebovaniya* [Mathematical models of forest fires: basic concepts, classification, requirements]. *Prognozirovaniye lesnykh pozharov* [Forecasting of forest fires], 1978, pp. 5–26.
- [8] Dorrer G.A., Ushanov S.V. *Raschet optimalnykh putey lokalizatsii lesnykh pozharov* [The calculation of the optimum ways of localization of forest fires]. *Gorenie i pozhary v lesu*. [Burning and fires in the forest]. Krasnoyarsk, 1984, pp. 72–74.
- [9] Korovin G.M. *Osobennosti rascheta parametrov lesnykh nizovykh pozharov* [Peculiarities of calculation of parameters of the forest ground fires]. *Sb. Nauchno-issledovat. rabot po lesnomu khozyaystvu* [Sat. Scientific research forestry work]. Moscow, 1969, no. 12, pp. 244–262.
- [10] Kolyada A.V. *Optimizatsiya protsessa tusheniya lesnogo pozhara s ispolzovaniyem imitatsionnogo modelirovaniya* [Optimization of the forest fire extinguishing process using simulation modeling]. *Uchenye zapiski Rossyskogo gosudarstvennogo sotsialnogo universiteta* [Scientific notes of the Russian State Social University], 2010, no. 8 (84), pp. 89–94.
- [11] Konev E.V. *K raschetu sil i sredstv na ostanovku lesnogo pozhara* [To calculate the forces and means to stop a forest fire]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 1987, no. 5, pp. 24–29.

- [12] Ovsyannikov I.V. *Raschet sostava gruppy po tusheniyu lesnykh pozharov* [Calculation of the composition of the forest fire extinguishing group]. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1971, no. 11, pp. 61–63.
- [13] Ovchinnikov F.M. *Operativnaya lesopirologicheskaya schema dlya rukovoditelya tusheniya pozhara* [Operational forest fire prevention scheme for the fire extinguishing Manager]. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1992, no. 12, pp. 43–44.
- [14] Ovchinnikov F.M. *Razvedka i sostav leniye plana tusheniya krupnogo lesnogo pozhara* [Exploration and preparation of a plan to extinguish a large forest fire]. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1993, no. 4, pp. 44–45.
- [15] Ovchinnikov F.M. *Takticheskiye raschety pri tushenii lesnogo pozhara. Tekhnika bezopasnosti* [Tactical calculations when extinguishing a forest fire. Safety]. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1994, no. 2, pp. 38–41.
- [16] Povzik Ya.S. *Pozharnaya taktika* [Firetactics]. Moscow: ZAO «Spetstekhnika», 2004, 416 p.
- [17] Tarantsev A.A. *Model primeneniya bespilotnykh letatelnykh apparatov v tselyakh tusheniya krupnykh lesnykh pozharov v zone primeneniya nazemnykh sil i sredstv* [Model of the use of unmanned aerial vehicles to extinguish large forest fires in the zone of use of ground forces and means]. *Nauchno-analitichesky zhurnal vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii* [Scientific and analytical journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia], 2016, no 2, pp. 21–27.
- [18] Telitsyn G.P. *Opredeleniye parametrov krupnykh lesnykh pozharov pri organizatsii ikh tusheniya* [Determining the parameters of large forest fires in the organization of their extinguishing]. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1980, no 7, pp. 58–60.
- [19] Telitsyn G.P. *Organizatsiya tusheniya krupnykh lesnykh pozharov v usloviyakh zadymlyonosti* [Organization of extinguishing large forest fires in smoke-filled conditions]. *Metody i sredstva borby s lesnymi pozharemi*. Moscow: VNIILM, 1985, pp. 24–31.
- [20] Telitsyn G.P. *Rekomendatsii po borbe s krupnymi lesnymi pozharemi na Dalnem Vostoke* [Recommendations for fighting large forest fires in the far East]. Khabarovsk: DalNIILKh, 1987, 48 p.
- [21] Yarkin V.V. *Organizatsiya upravleniya sovmestnymi deystviyami podrazdeleniy razlichnoy vedomstvennoy prinadlezhnosti pri tushenii krupnykh lesnykh i torfyanykh pozharov (na primere Leningradskoy oblasti)* [Organization of management of joint actions of divisions of various departmental affiliation in extinguishing large forest and peat fires (on the example of the Leningrad region)]. Diss. Dr. Sci. (Tech.). Petersburg: St. Petersburg State Fire Service Institute, 2015, 216 p.
- [22] Bekkiyev A.Yu. *YeSU TZ: vremya delat sleduyushchy shag* [Time to take the next step]. Available at: <https://topwar.ru/11789-esu-tz-vremya-delat-sleduyushchy-shag.html> (accessed 10.11.2021).
- [23] *Voyennoye obozreniye. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya voyskami «Andromeda-D»* [Andromeda-D automated command and control system]. Available at: <https://topwar.ru/32527-avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-voyskami-andromeda-d.html> (accessed 10.11.2021).
- [24] Noonan-Wright E.K. Developing the US Wildland Fire Decision Support System. *Hindawi Publishing Corporation J. of Combustion*, 2011, article ID 168473, pp. 1–14. DOI:10.1155/2011/168473
- [25] *Prikaz Minprirody Rossii ot 08.07.2014 № 313 (red. ot 16.02.2017) «Ob utverzhenii Pravil tusheniya lesnykh pozharov»* [Order of the Ministry of Natural Resources of Russia «On the approval of the Rules for extinguishing forest fires»]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420208466> (accessed 10.11.2021).

## Authors' information

**Korshunov Nikolay Aleksandrovich** — Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Forest pyrology and forest fire protection, Center for Development of Priority Unmanned Technologies in Forestry of the Federal Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, [letnab21@yandex.ru](mailto:letnab21@yandex.ru)

**Savchenkova Vera Aleksandrovna** — Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Forest pyrology and fire protection of forests at the Federal Budget Institution All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), [v9651658826@yandex.ru](mailto:v9651658826@yandex.ru)

**Perminov Anatoliy Viktorovich** — Senior Researcher of the Department of forest pyrology and forest fire protection, Center for the Development of Priority Unmanned Technologies in the Forest Sector of the Federal Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, [avperminov@mail.ru](mailto:avperminov@mail.ru)

**Konyushenkov Mikhail Evgen'evich** — Deputy Head of the Department of Forest pyrology and forest fire protection, Center for the development of priority unmanned technologies in the forest industry of the Federal Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, [4x4drive@mail.ru](mailto:4x4drive@mail.ru)

Received 24.01.2022.

Approved after review 15.02.2022.

Accepted for publication 04.04.2022.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article  
The authors declare that there is no conflict of interest