

УДК 614.84

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЙ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ОТ ПОЖАРОВ НИЗКОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ И В СТРАНАХ БАЛКАНСКОГО РЕГИОНА

Степанов Олег Игоревич¹, Стахеев Максим Валерьевич²

¹ Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Российская Федерация

² Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация. Приведены применяемая классификация ландшафтных пожаров и причины возникновения ландшафтных пожаров низкой растительности. Проанализированы статистические данные по ландшафтным пожарам в Российской Федерации. Проведено сравнение условий пожаротушения в России и странах Балканского региона. Рассмотрен порядок действий органов управления и подразделений по тушению ландшафтного пожара. Исследованы особенности технического оснащения пожарных подразделений для тушения природных пожаров в России и странах Балканского региона. Рассмотрены тактические возможности малых мобильных групп по защите населенных пунктов от ландшафтных пожаров низкой растительности. С использованием аппарата сетей Петри исследован общий процесс функционирования малой мобильной группы по тушению ландшафтного пожара. Исходя из тактического потенциала малой мобильной группы тушения ландшафтного пожара, заданы условия ее функционирования. Для оценки тактического потенциала пожарных подразделений при тушении низовых ландшафтных пожаров предложен коэффициент занятости тактических единиц. Приведены технические операции, проводимые воздушными судами при тушении ландшафтных пожаров. Приведено сравнение процесса функционирования различных тактических единиц (групп) с учетом предложенного коэффициента занятости. Сделаны выводы по наиболее эффективным первичным подразделениям на ландшафтном пожаре низкой растительности.

Ключевые слова: природный пожар, пожар низкой растительности, тушение, группа, подразделение, пожарная техника

Для цитирования: Степанов О. И., Стахеев М. В. Анализ эффективности действий пожарных подразделений по защите населенных пунктов от пожаров низкой растительности в России и в странах Балканского региона // Техносферная безопасность. 2026. № 2 (51). С. 111–129.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF FIRE DEPARTMENTS IN PROTECTING SETTLEMENTS FROM LOW VEGETATION FIRES IN RUSSIA AND THE COUNTRIES OF THE BALKAN REGION

Oleg I. Stepanov¹, Maxim V. Stakheev²

¹ Yugorsk State University, Khanty-Mansiysk, Russian Federation

² UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russian Federation

Abstract. The article presents the classification of landscape fires and the causes of low vegetation landscape fires. Statistical data on landscape fires in the Russian Federation are analyzed. A comparison of firefighting conditions in Russia and the Balkan countries is provided. The procedure for controlling bodies and units to extinguish a landscape fire is considered. The technical equipment of fire brigades for extinguishing wildfires in Russia and the Balkan countries is studied. The tactical capabilities of small mobile groups for protecting settlements from low vegetation landscape fires are considered. Using the Petri net apparatus, the general functioning of a small mobile group for extinguishing a landscape fire is studied. Based on the tactical potential of a small mobile group for extinguishing a landscape fire, the conditions of its operation are specified. To assess the tactical potential of fire brigades in extinguishing ground landscape fires, an occupancy rate of tactical units is proposed. Technical operations carried out by aircraft when extinguishing landscape fires are presented. A comparison of the functioning of various tactical units (groups) is provided, taking into account the proposed occupancy rate. Conclusions were drawn on the most effective primary units for landscape fires of low vegetation.

Keywords: wildfire, low-vegetation fire, extinguishing, group, unit, fire-fighting equipment

For citation: Stepanov O. I., Stakheev M. V. Analysis of the effectiveness of fire departments in protecting settlements from low vegetation fires in Russia and the countries of the Balkan region // *Technosphere safety*. 2026. No. 2 (51). P. 111–129.

Введение

В последние 30 лет наблюдаются рост количества ландшафтных (природных) пожаров, угрожающих населенным пунктам, и увеличение площадей, пройденных крупными природными пожарами, в т. ч. в северных странах, в арктическом регионе и в горной местности. В 2020 г. впервые наблюдалась следующая тенденция: пламя охватило не только смешанные леса средней полосы России, но и территории за полярным кругом, чего ранее не случалось [1].

Анализ обстановки с ландшафтными пожарами показал, что каждый год в России случаются тысячи ландшафтных пожаров (лесных, травяных и почвенных) (табл. 1). Нередко огонь переходит на деревни, села и даже на участки (районы) крупных населенных пун-

ктов. В ходе пожаров сгорают дома, гибнут люди и животные. Дым и иные продукты горения на дорогах становятся причиной ДТП.

В 2024 г. страны Балканского региона, от Словении и Хорватии на севере до Болгарии и Греции на юге, столкнулись с разрушительными природными пожарами. Для примера, в Черногории пожары вспыхнули в конце июля и затронули столицу Подгорицу, муниципалитеты Цетинье, Никшич, Даниловград, прибрежные курорты Бар, Будву и Сутоморе. В Сутоморе пламя подошло вплотную к домам [2]. Площадь и количество лесных пожаров показаны на рис. 1.

Для повышения эффективности действий пожарных подразделений по защите населенных пунктов от ландшафтных пожаров необходимо проанализировать следующие аспекты:

- действия личного состава пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров низкой растительности;
- особенности снаряжения и техники, применяемой пожарно-спасательными подразделениями при тушении ландшафтных пожаров низкой растительности;
- определение оптимального состава снаряжения и техники для личного состава пожарно-спасательных подразделений, участвующих в тушении ландшафтных пожаров низкой растительности;
- оценка эффективности пожарных подразделений через коэффициент занятости.

Рассмотрим перечисленные аспекты деятельности пожарных формирований на примере различных локаций России и стран Балканского региона.

В качестве объекта исследования приняты ландшафтные пожары низкой растительности как наиболее частые, скоротечные, быстро развивающиеся и являющиеся основой для перехода горения в лесной фонд, на жилые, хозяйственные и промышленные здания, сооружения и транспорт.

Предметом исследования определена деятельность пожарных (лесопожарных) формирований при тушении ландшафтных пожаров низкой растительности.

Таблица 1

Количество и площадь лесных пожаров, возникших на территории Российской Федерации в зонах наземного обнаружения, тушения и лесоавиационных работ, по данным региональных диспетчерских служб лесного хозяйства с 1 января 2024 г. по 29 ноября 2024 г.

Table 1

Number and area of forest fires that occurred on the territory of the Russian Federation in the zones of ground detection, extinguishing and forest aviation operations according to data from regional forestry dispatch services from January 1, 2024, to November 29, 2024

Округ РФ Russian Federation District	Количество пожаров Number of fires	Площадь, пройденная огнем, га Area burned, hectares
Северо-Западный федеральный округ Northwestern Federal District	863	2 587,29
Центральный федеральный округ Central Federal District	433	2 358,00
Южный федеральный округ Southern Federal District	1 032	32 653,20
Северо-Кавказский федеральный округ North Caucasian Federal District	9	289,41
Приволжский федеральный округ Volga Federal District	637	6 572,78
Уральский федеральный округ Ural Federal District	772	14 010,74
Сибирский федеральный округ Siberian Federal District	1 910	333 998,15
Дальневосточный федеральный округ Far Eastern Federal District	4 546	7 418 334,39
Итого за РФ Total	10 202	7 810 803,96

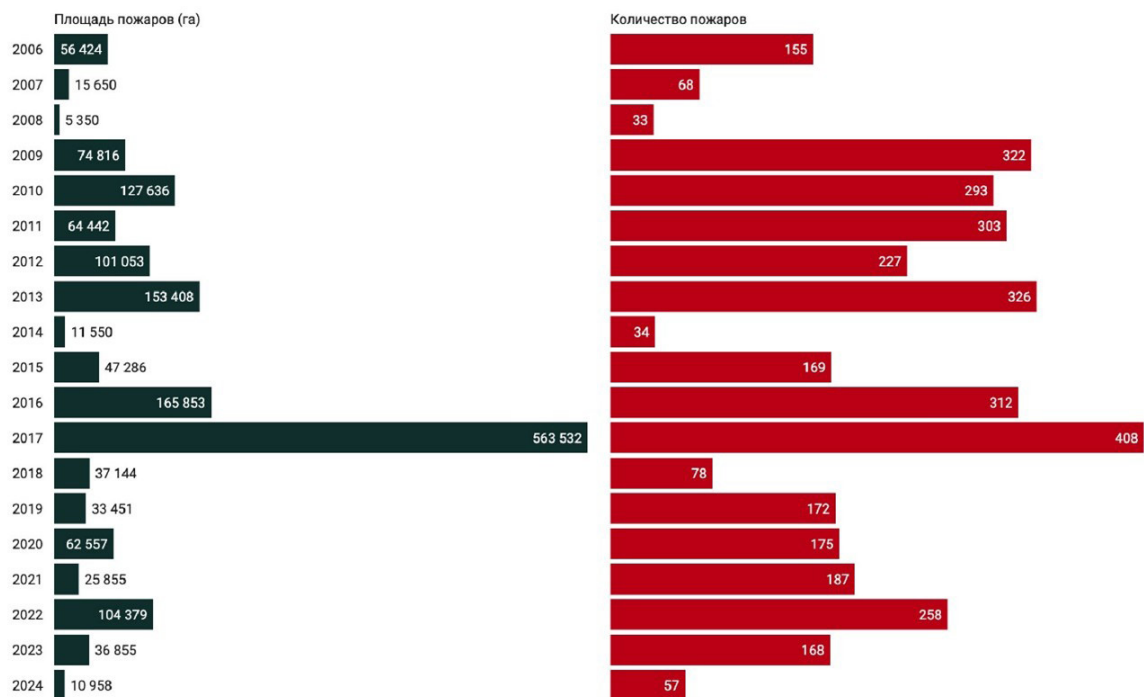


Рис. 1. Площадь и количество лесных пожаров в Черногории за последние 18 лет
 Fig. 1. Area and number of forest fires in Montenegro over the past 18 years

Основная часть

Ландшафтный пожар принято понимать как неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде, охватывающий различные компоненты природного ландшафта [3].

Ландшафтные пожары классифицируются по виду ландшафта, по которому распространяется горение. Виды ландшафтных пожаров, которые выделяют различные авторы: травяные (степные) пожары, тростниковые пожары, лесные пожары, подземные пожары [3].

В европейских странах, в т. ч. в странах Балканского региона, принята иная классификация: грунтовые пожары, пожары растительности высотой до 2 м и пожары высотой свыше 2 м (пожары крон).

Несмотря на различия в классификации, пожары низкой растительности в обеих рассматриваемых локациях объединяет тип материалов, сгорающих в огне, осо-

бенности пожара, характер повреждения фитоценоза окружающей среды. Причины возникновения ландшафтных пожаров низкой растительности схожи: преднамеренные поджоги (палы) травы, брошенные непотушенные окурки, плохо затушенные и оставленные без контроля костры, неисправные автомобили (перегретые элементы системы отвода газов от двигателя), пиротехника (петарды, летающие или плавающие фонарики и т. д.), бытовой мусор с остатками жидкости и горючими веществами [2, 3].

Далее в статье мы будем рассматривать пожары растительности высотой до 2 м (группа пожаров, выделяемая в странах Европы) как аналогичные пожарам низкой растительности (категория, принятая в России).

Ландшафтный пожар низкой растительности в России и внешний вид пожароопасной низкой растительности в странах Балканского региона показаны на рис. 2.



Рис. 2. Ландшафтный пожар сухой травы в пойме реки Иртыш (а) и сухая растительность в горной местности Балканского полуострова (б)

Fig. 2. Landscape fire of dry grass in the floodplain of the Irtysh river (a) and dry vegetation in the mountainous area of the Balkan Peninsula (b)

Действия личного состава пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров низкой растительности

Порядок действий органов управления по тушению пожаров низкой растительности в России и в странах Балканского региона не имеет существенных отличий и включает несколько этапов:

- 1) обследование пожара с использованием наземных, авиационных или космических средств в целях уточнения интенсивности пожара, его границ, направления его движения, выявления возможных границ его распространения и локализации, источников противопожарного водоснабжения, подъездов к ним и к месту лесного пожара, а также других особенностей, определяющих тактику тушения;
- 2) доставку людей и средств тушения к месту пожара и обратно;
- 3) локализацию пожара низкой растительности;
- 4) ликвидацию пожара;
- 5) наблюдение за локализованным пожаром и его дотушивание;
- 6) предотвращение возобновления пожара.

Непосредственное руководство тушением осуществляется руководителем туше-

ния лесного пожара (далее — РТЛП) из числа специально подготовленных работников, который управляет на принципах единоначалия подразделениями лесопожарных формирований, а также привлекаемыми силами и средствами пожаротушения, участвующими в тушении лесного пожара [4, 5].

Непосредственно в районе развития пожара создается достаточно сложная структура системы управления, построенная на принципе единоначалия и почти всегда со штабной структурой (рис. 3). Существенная роль в координации разнородных сил и средств как раз и возлагается на штабную структуру.

В странах балканского региона источниками информации о ландшафтном пожаре выступают:

- очевидцы из транспортных средств и туристы;
- операторы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- пилоты гражданской и военной авиации;
- непосредственные виновники пожара (когда осознают, что не могут справиться с первоначально контролируемым горением своими силами);
- операторы служб космического мониторинга;
- экипажи морских и речных судов.

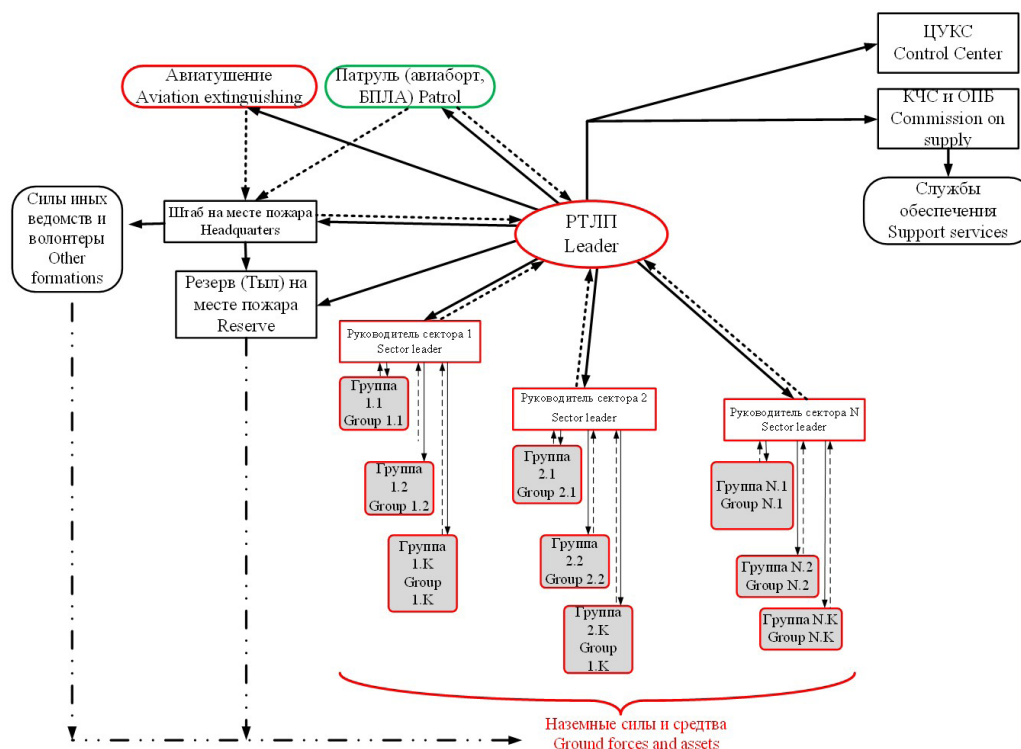


Рис. 3. Общая структурная схема управления при тушении ландшафтных пожаров
 Fig. 3. General diagram of the control system for landscape fires

В странах Балкан пожарные службы обычно реагируют на сообщения о развивающемся пожаре низкой растительности высылкой отделения на АЦ или вертолета (самолета) для разведки и последующего тушения (если пожар развивается в труднодоступной местности). При недостаточности сил на месте пожара дополнительно направляются имеющиеся в расчете АЦ и привлекаются расчеты из соседних муниципалитетов. Периодически (1–2 раза в день) практикуется обзорный подъем квадрокоптера с целью обнаружения признаков горения на прилегающей к населенным пунктам местности. Ранние системы обнаружения пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов являются эффективным инструментом для превентивных мер по предотвращению и быстрой локализации пожаров [6].

В России реагирование происходит в зависимости от принадлежности территорий.

Законодательство регламентирует зону ответственности органов исполнительной власти по организации тушения пожаров на подконтрольных территориях с выделением необходимых средств для обеспечения данной деятельности. Так, например, организация и тушение пожаров низкой растительности (вне населенных пунктов) входят в полномочия органа субъекта РФ, осуществляющего деятельность в области лесных отношений (полномочия по охране лесов, в т. ч. тушение лесных пожаров, возложены на органы исполнительной власти субъектов РФ с передачей субвенций из федерального центра и должны реализовываться ими самостоятельно) [7].

Подразделения ФПС МЧС России, согласно полномочиям, осуществляют тушение пожаров в населенных пунктах и городских лесах (осуществление тушения пожаров силами подразделений пожарной охраны, содержащихся за счет средств федерального

бюджета, в населенных пунктах, в т. ч. в городских лесах). Нормативно-правовое разграничение в части полномочий по тушению пожаров на землях определенной категории закрепляет обязанность за конкретным органом осуществлять свои функции с учетом определенных (необходимых) сил и средств, а также выделенного федерального бюджета на эти нужды [8].

Зачастую подразделения ГПС не задействуются как силы первоначального реагирования, т. е. первоначальное тушение возлагается на собственников территорий, а реагирование производится на основании расписаний выездов пожарно-спасательных гарнизонов и планов тушения лесных пожаров.

Пожары низкой растительности, особенно в поймах рек и озер, распространяются зачастую не на территориях лесных хозяйств. Такие земли обычно находятся в зоне ответственности органов местного самоуправления и на начальном этапе развития пожара возникает определенная дезорганизация служб. Такие пожары развиваются обычно возле мест жизнедеятельности человека (вблизи городов и поселков, предприятий, свалок, баз отдыха и пр.). Первыми на них реагируют подразделения муниципальной пожарной охраны, противопожарных служб субъектов РФ, ФПС, а при развитии пожаров возле отдаленных объектов охраняемых предприятий — подразделения частной и ведомственной пожарной охраны.

Хронология пожаров в РФ говорит о том, что переход пожаров низкой растительности на территорию населенных пунктов происходит ежегодно, а привлечение сил и средств ФПС МЧС России на тушение подобных пожаров во многих случаях имеет постоянный характер [8].

Реагирование осуществляется дежурными караулами на АЦ. При соответствующем оснащении подразделений реагируют отделения на АЦ легкого типа или расчеты на АПП.

Особенности снаряжения и техники, применяемой пожарно-спасательными подразделениями при тушении ландшафтных пожаров низкой растительности

Силы, участвующие в тушении крупных ландшафтных пожаров в субъектах России, весьма неоднородны. В основном это личный состав лесоохранных организаций, лесные пожарные авиалесоохраны и заповедников, пожарные парашютисты-десантники, пожарные всех видов пожарной охраны (ФПС, противопожарные службы субъектов, муниципальной, ведомственной, частной и добровольной пожарной охраны), а также волонтеры.

Привлечение различных организаций и служб к защите населенных пунктов от пожаров низкой растительности характеризуется не одинаковым, разноплановым оснащением участников тушения. Наиболее соответствует требованиям безопасности и ситуации оснащение специализированных лесоохранных служб и формирований. Эта характерная черта относится как к средствам индивидуальной защиты, так и к оборудованию и применяемой технике.

Снаряжение подразделений ГПС, ведомственной, частной пожарной охраны, в основном, предназначено для условий техногенных (обычно внутренних) пожаров. Дооснащение этих формирований при тушении пожаров низкой растительности осуществляется либо на месте тушения за счет

муниципальных или региональных резервов, либо не проводится вовсе. Так, например, у личного состава ГПС отсутствуют индивидуальные аптечки для каждого пожарного, легкая защитная одежда, средства защиты органов дыхания (дыхательные аппараты на сжатом воздухе или кислороде при тушении природных пожаров не применяются по тактическим и техническим причинам), персональные радиостанции и средства навигации также для каждого пожарного.

Подобная ситуация наблюдается во многих странах мира, но, в отличие от РФ, городские подразделения противопожарных служб других стран имеют специальные комплекты СИЗ и снаряжения для действий по тушению природных пожаров.

В подразделениях ГПС в последние 15 лет также наблюдается определенное дооснащение оперативных отделений, но это остается пока на уровне энтузиазма руководителей. Зачастую пожарные автомобили в весенний и летний период дополнительно оснащаются ранцевыми лесными огнетушителями (РЛО), самодельными или заводского производства хлопущами.

Для оснащения лесных пожарных разработан следующий перечень снаряжения [3], который в целом идентичен во многих службах Балканского региона: средства связи (сотовый телефон с пополненным балансом и заряженным аккумулятором, носимая радиостанция), костюм лесопожарный (из огнезащитной ткани с противоклещевой защитой), специальная лесопожарная или иная обувь, защищающая от огня (кожаные ботинки с высоким берцем, кожаные или кирзовые сапоги), каска защитная с огнестойким щитком (забралом) и пелериной, щиток защитный из огнестойкого поликарбоната (защитные

очки), фонарь (заряженный) с запасными элементами питания, респиратор противо-дымный, перчатки пожарные или рабочие кожаные (краги с подкладкой), перчатки хлопчатобумажные, головной убор хлопчатобумажный, фляжка для воды (либо питьевая система), GPS-навигатор с запасными элементами питания или компас с картой местности, индивидуальная аптечка, спички, зажигалка (упакованные в водонепроницаемый чехол), нож (мультиинструмент), внешний аккумулятор для подзарядки телефона (power bank), сухой паек (печенье, сахар, сухари, шоколад), накомарник.

В зависимости от вида пожара и задач, пожарные для выполнения работ могут иметь следующую индивидуальную технику и оборудование: немеханизированный инструмент (лопата, мотыга, топор-мотыга, лесопожарные грабли, грабли-мотыга, хлопущка пожарная), ранец противопожарный с гидропультом (РЛО, РП), установка лесопожарная ранцевая (воздуходувка), огнетушитель ранцевый моторизованный, термощуп для торфяных пожаров, зажигательный аппарат.

Наиболее эффективным и распространенным средством тушения пожаров низкой растительности является вода. Она может применяться для прямого и косвенного тушения низовых пожаров.

Для тушения пожаров низкой растительности водой используют насосные установки автоцистерн (АЦ), насосных автомобилей и пожарных поездов, пожарные мотопомпы (переносные, прицепные, малогабаритные), навесные насосы, работающие от двигателей тракторов, а также РЛО, РП. Обеспечение подачи воды и жидких огнетушащих веществ (на основе воды) производится от пожарной и иной водовозной техники. Имеются

случаи применения приспособленной коммунальной техники, оснащенной емкостью для воды и насосом [9].

Особенностью применения основных пожарных автомобилей среднего и тяжелого классов при тушении пожаров низкой растительности в России является их применение с подготовленных дорог и площадок. Пожарные автомобили редко задействуются при пожаротушении на кромке пожара.

Но именно такое применение имеет место и практикуется в различных службах в странах Балканского полуострова для тушения пожаров низкой растительности в условиях равнинной, холмистой и горной местности (рис. 4).

В условиях степи подобная тактика в России все же применяется, например, в Оренбургской области с некоторыми отличиями в самой технике для тушения.



а)

б)

Рис. 4. Прямое тушение кромки пожара с АЦ в движении (а) и занятия по тушению с лафетного ствола пожарного автомобиля в движении (б)

Fig. 4. Direct fire extinguishing from a moving fire truck (a) and fire extinguishing exercises from a fire truck's monitor nozzle (b)

Распространенным в РФ видом лесопожарной техники является лесопожарный автомобиль или малый лесопатрульный комплекс. Такой комплекс зачастую выполняется

на базе автомобилей повышенной проходимости (УАЗ-390945, УАЗ Профи, УАЗ Pickup) или в виде прицепа. Внешний вид лесопожарного автомобиля представлен на рис. 5.



Рис. 5. Малый лесопатрульный комплекс (МЛПК) и мобильный универсальный пожарный модуль МУПМ-300

Fig. 5. Small forest patrol complex and mobile universal fire module

Более производительными представителями лесопожарной техники являются

легкие АЦ, АПП или АЦ для тушения лесных пожаров (рис. 6).



Рис. 6. АПП, АЦ для тушения лесных пожаров

Fig. 6. First aid vehicle, fire engine for extinguishing forest fires

Такая техника наиболее применима для прямого пожаротушения в непосредственной близости к пожару и для оперативного перемещения личного состава формирований, запаса огнетушащих веществ (ОТВ) и оборудования на участках пожаров низкой растительности.

Более тяжелой техникой выступают АЦ среднего и тяжелого типов и специальная техника на базе МТ-ЛБ (оснащена ПН, цистерной для ОТВ, лафетным стволом). Подобная техника достаточно малочисленная и не является общедоступной для большинства формирований, участвующих в тушении пожаров низкой растительности.

Применение авиации для нужд пожаротушения (самолеты-танкеры, гидросамолеты-амфибии, оборудованные специальными емкостями для забора, перевозки и слива воды, а также вертолеты с водосливными устройствами) обычно происходит на пожарах низкой растительности большой площади, при угрозе подобных пожаров населенным пунктам и важным объектам экономики или на пожарах территорий, загрязненных радионуклидами [10].

Одним из основных достоинств использования авиационных систем при тушении пожаров низкой растительности является возможность достаточно быстрого реагирования на возгорание. Специально оснащенные

самолеты и вертолеты могут быстро ориентироваться и достигать места пожара, т. е. начинать борьбу с огнем, минимизируя время, необходимое для мобилизации и передвижения наземных сил [6]. Применение авиации для тушения низовых пожаров травы, тростника обычно считается чрезмерно затратным, но не исключается в ряде случаев.

Пожаротушение с применением авиации актуально для горной и холмистой местности, поросшей травой, средним и высоким кустарником с труднопроходимым рельефом и активно применяется для территорий южных регионов РФ, Дальнего Востока, стран средиземноморского региона.

Таким образом, очевидна целесообразность применения авиации для пожаротушения низкой растительности при угрозе от действующего природного пожара зданиям, сооружениям, территориям населенных пунктов, путепроводам, продуктопроводам и участникам тушения на земле; невозможности своевременной и безопасной доставки наземных сил и средств к кромке пожара (зоне организации отжига); недостатке (отсутствии) наземных сил и средств на отдельных участках пожара; невозможности обеспечить наземные силы и средства необходимыми запасами ОТВ, техники и снаряжения.

Отечественная авиатехника для пожаротушения наиболее часто представлена вертолетами Ми-8 МТВ, Ми-26 с ВСУ-5 и ВСУ-15. За рубежом распространены пожарные вертолеты S-70I FIREHAWK, УН-1Н, СН-53, СН-47, S-64 Skycrane, Eurocopter AS350.

Наиболее распространенными отечественными самолетами-танкерами и пожарными гидросамолетами являются: Ан-2П, БЕ-12П, БЕ-200П, Ил-76ТДП. В лесопожарных службах мира, оказывающим помощь пожарным подразделениям Балканского региона, широко распространены и популярны: Ан-32П, CL-215, CL-415, DHC-415, PZL М-18 Dromader, S-2Т, Air Tractor AT-802F Fire Boss.

Применение тяжелых самолетов-танкеров для тушения пожаров низкой растительности — редкое явление. Ил-76ТДП, Boeing 747 Supertanker, LM-100J FireHerc, AG600M являются фактически штучными образцами, а основная масса работ по сбросам воды возложена на более распространенные и компактные двух- и одномоторные самолеты и вертолеты.

Определение оптимального состава снаряжения и техники для личного состава пожарно-спасательных подразделений, участвующих в тушении ландшафтных пожаров низкой растительности

При защите населенных пунктов от ландшафтных пожаров низкой растительности пожарно-спасательные подразделения как России, так и стран Балканского региона активно начинают применять тактику действий малыми мобильными группами участников пожаротушения (пешими или моторизованными). Перемещение таких групп возможно малогабаритным транс-

портом, таким как АПП, мотовездеходы, багги, квадроциклы, мотоциклы.

Универсальным средством по доставке личного состава, запаса ОТВ и пожарно-технического оборудования является АПП на базе грузового шасси легкого типа.

Применение таких автомобилей (особенно на шасси с колесной формулой 4 × 4) возможно на грунтовых дорогах и на труднопроходимых для обычных автомобилей участках. Но все же использование АПП ограничено из-за самих габаритов транспортного средства. Так, например, на АПП затруднен разворот на узких горных дорогах, где отсутствуют или существенно удалены одна от другой разворотные площадки. Данные автомобили могут передвигаться только вперед и задним ходом, что осложняет маневрирование, создает угрозу группе участников тушения пожаров низкой растительности при смене обстановки (направление ветра, осыпание камней, падение деревьев и т. д.).

Для решения проблемы применения АПП и подобной ей пожарной техники при организации работы малых мобильных групп применяются мотовездеходы, квадроциклы и багги (рис. 7).

Такая техника способна передвигаться не только по грунтовым дорогам, но и по пересеченной местности. Стоит отметить, что грузоподъемность имеющегося кузова является важным параметром техники и должна составлять не менее 300–350 кг для мотовездеходов. Грузоподъемность приведенной техники позволяет мобильной группе перевозить следующее оборудование, снаряжение и технику:

- мотопомпа малогабаритная производительностью до 10 л/с;
- запас рукавов на 60–100 м;
- РЛО (РП);

- бензопила;
- лопаты, грабли, топоры пожарные;
- радиостанции;
- воздуходувка;
- запас горючего;
- запас воды (для РЛО, воздуходувки);
- БПЛА;
- аптечки.



Рис. 7. Мотовездеходы UFORCE 1000 EPS и UFORCE 1000 XL
 Fig. 7. UFORCE 1000 EPS and UFORCE 1000 XL ATVs

В условиях бездорожья и труднодоступности мест возникновения и развития пожара малая мобильная группа в составе 2–4 человек на мотовездеходе (квадроцикле, МЛПК) с необходимым оборудованием представляется первичным подразделением на тушение пожара низкой растительности, показывающим высокую эффективность как в России, так и странах Балканского региона.

Развертывание малой мобильной группы пожарных представлена на рис. 8.

Рассматривая тактические возможности малых мобильных групп по защите населенных пунктов от пожаров низкой растительности, мы воспользовались математическим инструментом сетей Петри, для оценки эффективности — коэффициентом занятости (или работы) $K_{п.р.}$.



Рис. 8. Работа малой мобильной группы пожарных
 Fig. 8. Work of a small mobile fire brigade

Общая схема развертывания мобильной группы, с учетом базовой АЦ, представлена на рис. 9.

Мобильная группа на АПП способна обработать до 150 м кромки низового, интенсивно распространяющегося пожа-

ра (плотная лесная подстилка толщиной 10–15 см) за одну заправку цистерны АПП водой. При этом АПП действует как стационарный водоисточник для работы СРВД-2 и заправки РЛО (РП-18); заправка ранцев осуществляется однократно.

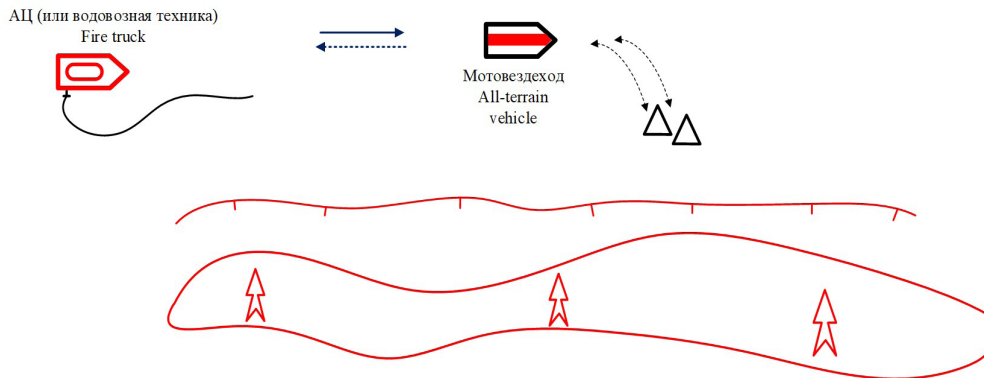


Рис. 9. Схема развертывания малой мобильной группы на мотовездеходе
 Fig. 9. Deployment plan for a small mobile group on an all-terrain vehicle

Участники с РЛО (РП-18) действовали как одна группа на одном участке кромки пожара. С оставшимся запасом воды СВВД-2 от АПП при непрерывной работе осуществляет пожаротушение не более 3,2 мин. Фактически же, с учетом передвижения с перекрытым стволом, подача воды осуществлялась не более 6 мин.

Группа из двух пожарных на мотовездеходе (багги, квадроцикле) ограничена запасом воды в 70–90 л. Опираясь на учебно-методические материалы [11, 12] и практику тушения пожаров низкой растительности, установлен следующий параметр: один участник с РЛО (РП) может протушить 20–30 м кромки пожара с одной заправки

емкости, группа из двух человек с РЛО (РП) способна потушить до 60 м кромки пожара низкой растительности с одной заправки ранца, а группа из двух человек с одной воздуходувкой-опрыскивателем и одним РЛО (РП) способна потушить 90–110 м кромки пожара.

Таким образом, мобильная группа с имеющимся запасом воды способна потушить 140–180 м кромки пожара, что сопоставимо с группой (отделением) на АПП.

Общий процесс функционирования малой мобильной группы по тушению пожара низкой растительности, с использованием сетей Петри, имеет следующую структуру (рис. 10).

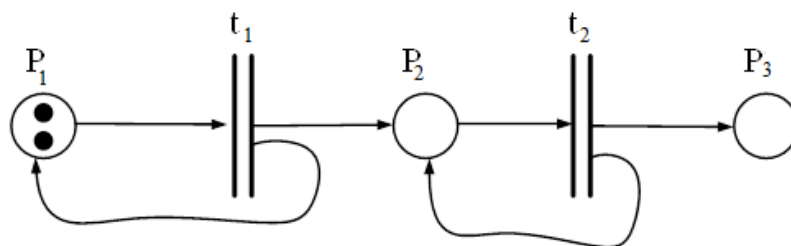


Рис. 10. Сеть, представляющая общий процесс функционирования малой мобильной группы:
 P_1 — мобильная группа сформирована в совокупности сил, средств и ресурсов; P_2 — мобильная группа готова к следующему циклу задачи 2; P_3 — мобильная группа реализовала свой тактический потенциал (исчерпав один или несколько видов ресурсов); t_1 — реализация тактических возможностей мобильной группы на 1-м цикле; t_2 — реализация тактических возможностей мобильной группы во 2-м цикле

Fig. 10. Petri net representing the general process of functioning of a small mobile group:
 P_1 — mobile group is formed in combination of forces, means and resources; P_2 — mobile team is ready for the next cycle of task 2; P_3 — mobile team has reached its tactical potential (having exhausted one or more types of resources); t_1 — implementation of tactical capabilities of the mobile group on the 1 cycle; t_2 — implementation of tactical capabilities of the mobile group in the 2 cycle

В структуре под циклами работ понимается условное разделение процесса тушения на сегменты, разделенные действиями по восполнению запаса ОТВ. Маркеры в сети обозначают имеющийся у мобильной группы ресурс. В данном случае ресурс выражен в двух заправках воды.

При исчерпании полного запаса воды, исходя из условий на участке пожара, мобильная группа способна продолжить прямое пожаротушение с применением немеханизированного инструмента либо убыть на восполнение потраченного ресурса. В первом случае может существенно снизиться производительность работ, при этом сохраняется непрерывность пожаротушения на участке. Во втором случае группа восстанавливает тактический потенциал с известными параметрами, но возникает ситуация «провала» на участке тушения пожара, когда наземные силы выведены на восполнение ресурса.

На рис. 11 видим, что после исчерпания ресурса «вода» мобильная группа имеет возможность развития двух вышеописанных сценариев. Переход t_3 — реализация тактических возможностей группой с применением немеханизированного инструмента (вне циклов полных тактических возможностей), позиция P_4 — мобильная группа реализовала свой тактический потенциал и выведена из процесса пожаротушения, переход t_4 — восполнение ресурсов группой, позиция P_5 — мобильная группа восполнила ресурсы, переход t_5 — выдвижение мобильной группы на участок работ.

Оценка эффективности пожарных подразделений через коэффициент занятости

Рассматривая тактический потенциал малой мобильной группы, можно задать следующие условия ее функционирования маркировкой по формуле:

$$\begin{cases} m(P_1) > 0 \\ V_{т.кр.} \rightarrow \max \\ L_{т.кр.} \rightarrow \max \end{cases} \quad (1)$$

где:

$V_{т.кр.}$ — скорость тушения кромки пожара, м/мин;

$L_{т.кр.}$ — длина тушения кромки пожара, м.

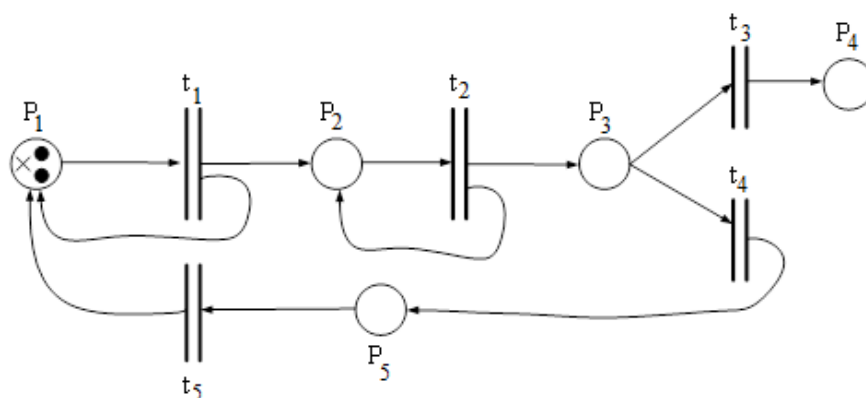


Рис. 11. Расширенная сеть с другими видами ресурсов

Fig. 11. Extended Petri Net with Other Resource

Для удобства оценки тактического потенциала подразделений при тушении низовых ландшафтных пожаров примем коэффициент занятости (или работы) ($K_{п.р.}$). Данный коэффициент выражает за-

висимость времени непосредственного тушения (или работы) мобильной группы ($T_{т.кр.}$) ко времени заправки ОТВ, включая следование ($T_{зап.}$), и рассчитывается по формуле (2):

$$K_{п.р.} = \frac{T_{т.кр.}}{T_{зап.}}. \quad (2)$$

При этом оптимальное значение приведенного коэффициента занятости должно выражаться следующим неравенством:

$$K_{п.р.} > 1. \quad (3)$$

При рассмотрении коэффициента занятости для отделения на АЦ, мобильной группы на МЛПК и пешей группы примем один цикл работы с заправкой. При этом для удобства расчета пренебрегаем временем передвижения к месту заправки и обратно. Для заправки АЦ 6,0-40 потребуется $T_{зап.} = 3$ мин, для МЛПК примем $T_{зап.} = 2$ мин, для пешей группы $T_{зап.} = 4$ мин. Время тушения примем исходя из подачи двух стволов РСКЗ-50 (расход ОТВ 3,7 л/с) от АЦ $T_{т.кр.} = 13$ мин, ручного ствола высокого давления от МЛПК с установкой противопожарной высокого давления (УПВД) «Ермак» $T_{т.кр.} = 25$ мин и производительности РЛО (РП) для пешей группы $T_{т.кр.} = 15$ мин.

Коэффициент занятости для рассматриваемых систем, рассчитанный по формуле (2), составит:

- для отделения на АЦ: $K_{п.р.АЦ} = 4,3$;
- для группы на МЛПК: $K_{п.р.МЛПК} = 12,5$;
- для пешей группы: $K_{п.р.ПГ} = 3,8$.

Таким образом, наиболее эффективной системой по расчету коэффициента занятости будет малая мобильная группа на МЛПК. Пешая группа с РЛО, имея близкий коэффициент занятости с отделением на АЦ, существенно уступает ему по скоростному показателю.

По приведенному алгоритму можно проанализировать эффективность действий по защите населенных пунктов от пожаров низкой растительности с помощью авиации.

Воздушные суда, оборудованные специальными сливными устройствами, могут заправляться по следующим технологическим схемам [13]:

- 1) огнетушащей жидкостью на аэродроме (все ВС);
- 2) водой на водоеме с введением концентрата огнетушащего состава на борту ВС (самолеты-амфибии, вертолеты с ВСУ);
- 3) огнетушащей жидкостью на специально оборудованном пункте у водоема вблизи пожара (вертолеты с МСВУ).

При использовании первой схемы лесопожарное воздушное судно, заправленное на аэродроме, после слива на пожаре возвращается на аэродром для очередной заправки [13].

При этом выполняются следующие технологические операции:

- 1) прогрев двигателей и руление;
- 2) взлет, набор высоты и крейсерской скорости;
- 3) перелет по маршруту аэродром — пожар;

- 4) снижение, полукруг для захода на курс сброса жидкости на пожар; слив жидкости;
- 5) набор высоты и крейсерской скорости;
- 6) перелет пожар — аэродром;
- 7) снижение, полукруг перед посадкой, посадка, руление к месту заправки жидкостью;
- 8) заправка жидкостью и топливом (при необходимости);
- 9) слив отстоя топлива (если была дозаправка);

- 10) повторение операций с 1-й по 9-ю.

Рассмотрим работу воздушного судна вертолета Ми-8 с ВСУ-15, осуществляющего тушение кромки низового пожара. Предположим, что расстояние от водосточника до пожара таково, что воздушное судно осуществляет четыре сброса воды в час.

Технические характеристики ВСУ, применяемых на отечественных вертолетах Ми-8, Ми-26, представлены в табл. 2 [13].

Таблица 2
Технические характеристики ВСУ-5 и ВСУ-15

Table 2

Technical characteristics of the water discharge device (WDD-5 and WDD-15)

Наименование параметра Parameter name	ВСУ-5 WDD-5	ВСУ-15 WDD-15
Диаметр (ширина), м Diameter (width), m	2,3	3,1
Полная длина, м Total length, m	7	10
Высота емкости, м Tank height, m	3	3,5
Открытие клапана, с Valve opening, s	8	8
Слив воды, с Water drain, s	6	17
С высоты, м From height, m	30	30
Ширина полосы, м Strip width, m	10–15	20
Длина полосы, м Strip length, m	75	230

Производительность ВС на тушении лесного пожара определяется скоростью прокладки полосы (скоростью тушения). Для вертолетов скорость тушения в этом случае не более 8–10 м/мин. При работе с полевого заправочного пункта (вертолеты)

или с ближайшего к пожару водоема (самолеты-амфибии) скорость тушения с воздуха увеличивается в 2–3 раза.

Коэффициент занятости для Ми-8 с ВСУ при известном значении скорости слива с ВСУ составит:

$$K_{п.р.Ми-8} = \frac{T_{т.кр.}}{T_{зап.}} = \frac{68}{3532} = 0,019,$$

где:

$$T_{т.кр.} = T_{слива} \cdot 4 = 17 \cdot 4 = 68 \text{ с};$$

$$T_{зап.} = 3\,600 - 68 = 3\,532 \text{ с}.$$

Таким образом, скоростной показатель для воздушного судна не существенно превосходит аналогичный для пешей группы. Но потенциальный коэффициент занятости даже при самой быстрой схеме, когда вертолеты с ВСУ заправляются водой непосредственно на водоеме, не позволяет говорить о существенном постоянстве воздействия такой эргатической системы на кромку пожара.

Заключение

Проанализировав эффективность действий пожарных подразделений по защите населенных пунктов от пожаров низкой растительности в России и в странах Балканского региона, можно заключить следующее:

- в рассматриваемых регионах проблемы защиты населенных пунктов от ландшафтных пожаров актуальны, имеют схожие причинно-следственные связи, базирующиеся на культуре эксплуатации

данных территорий и трудностях с транспортировкой огнетушащих веществ. Принципиальное различие наблюдается в природном составе ландшафтов;

- выявленные особенности снаряжения и техники, применяемой пожарно-спасательными подразделениями при тушении ландшафтных пожаров низкой растительности, указывают на невозможность применения стандартных средств защиты и техники, применения привычной тактики действий по тушению пожаров;
- самым эффективным первичным подразделением при тушении пожаров низкой растительности является малая мобильная группа в составе 2–4 человек на мотовездеходе (квадроцикле, МЛПК) с необходимым оборудованием;
- авиация на пожарах низкой растительности выступает существенным, но все же вспомогательным средством руководителя тушения пожара.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лесные пожары 2020 в России и мире // FORESTCOMPLEX.RU : портал о лесозаготовке и деревообработке. URL: <https://clck.su/erFsE> (дата обращения: 08.10.2025). Дата публикации: 25.01.2021.
2. Идти на огонь // Кедр.медиа : сайт. URL: <https://clck.su/jtYiW> (дата обращения: 08.10.2025). Дата публикации: 22.08.2024.
3. Справочник добровольного лесного пожарного / А. А. Андреева и др. Изд. 3-е, доп. М., 2017. 152 с.

4. Полевой справочник лесного пожарного. Центральная база авиационной охраны лесов ФБУ «Авиалесоохрана» / Н. С. Фролов и др. 3-е изд. М., 2018. 184 с.
5. Об утверждении Правил тушения лесных пожаров : приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 1 апреля 2022 г. № 244 // Гарант : информационно-правовой портал. URL: <https://clck.su/raUtC> (дата обращения: 09.10.2025).
6. Терентьева А. П., Кнутов М. С. Анализ применения авиационных систем при тушении ландшафтных пожаров // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов III Всероссийского круглого стола / Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. Иваново, 2024. С. 289–292. URL: <https://clck.su/MFUVc> (дата обращения: 09.10.2025).
7. Лесной кодекс Российской Федерации : принят Государственной Думой 8 ноября 2006 г. : одобрен Советом Федерации 24 ноября 2006 г. // Гарант : информационно-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/12150845/> (дата обращения: 09.10.2025).
8. Организационно-правовые аспекты при тушении лесных пожаров / С. Ю. Карпов [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4 (31). С. 71–84. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=58733723> (дата обращения: 09.10.2025).
9. О возможности использования дополнительного навесного оборудования для подачи воды на передней части пожарного автомобиля / М. Н. Курносов [и др.] // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2024. № 4 (16) С. 6–13. URL: <https://clck.su/YkEqC> (дата обращения: 09.10.2025).
10. Техничко-экономическая оценка эффективности применения воздушных судов при тушении лесных пожаров / В. Д. Пуздриченко [и др.] ; Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (ЛенНИИЛХ). Ленинград, 1989. 36 с.
11. Щетинский Е. А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. М., 2003. 95 с.
12. Терехнев В. В., Артемьев Н. С. Пожарная тактика. Кн. 12. Пожаротушение торфяников, лесов и лесоскладов. Екатеринбург, 2013. 216 с.
13. Водосливные устройства ВСУ-5, ВСУ-15 // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://clck.su/OEnPd> (дата обращения: 08.10.2025).

REFERENCES

1. Forest Fires in Russia and Worldwide in 2020 // FORESTCOMPLEX.RU : portal about logging and woodworking. URL: <https://clck.su/erFsE> (accessed 08.10.2025). Date of publication: 25.01.2021.
2. Go on fire // Kedr.media : website. URL: <https://clck.su/jtYiW> (accessed 08.10.2025). Date of publication: 22.08.2024.
3. Handbook of the volunteer forest firefighter / A. A. Andreeva et al. 3rd ed., supplement. Moscow, 2017. 152 p.
4. Field guide of a forest firefighter. The Central base of aviation protection of forests of the Federal State Budgetary Institution "Avialesookhrana" / N. S. Frolov et al. 3rd edition. Moscow, 2018. 184 p.
5. On approval of the Rules for Extinguishing Forest Fires : Order No. 244 of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated April 1, 2022 // Garant.ru : information and legal portal. URL: <https://clck.su/raUtC> (accessed 09.10.2025).

6. Terentyeva A. P., Knutov M. S. Analysis of the use of aviation systems in extinguishing landscape fires // Actual issues of firefighting : collection of materials of the III All-Russian round table / Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Ivanovo, 2024. P. 289–292. URL: <https://clck.su/MFUvc> (accessed 09.10.2025).
7. Forest Code of the Russian Federation : adopted by the State Duma on November 8, 2006 : approved by the Federation Council on November 24, 2006 // Garant : information and legal portal. URL: <https://base.garant.ru/12150845/> (accessed 09.10.2025).
8. Organizational and legal aspects in extinguishing forest fires / S. Yu. Karpov et al. // Scientific and Analytical journal Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2023. No. 4 (31). P. 71–84. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=58733723> (accessed 09.10.2025).
9. On the possibility of using additional attachments for water supply on the front of a fire truck / M. N. Kurnosov et al. // Current security issues in the technosphere. 2024. No. 4 (16). P. 6–13. URL: <https://clck.su/YkEqC> (accessed 09.10.2025).
10. Technical and economic assessment of the effectiveness of aircraft use in extinguishing forest fires / V. D. Puzdrichenko et al. ; Leningrad Scientific Research Institute of Forestry. Leningrad, 1989. 36 p.
11. Shchetinsky E. A. Companion of the head of extinguishing forest fires. Moscow, 2003. 95 p.
12. Terebnev V. V., Artemyev N. S. Fire tactics. Book 12. Firefighting of peatlands, forests, and woodlands. Ekaterinburg, 2013. 216 p.
13. Drainage devices APU-5, APU-15 // Ministry of Emergency Situations of Russia : website. URL: <https://clck.su/OEnPd> (accessed 08.10.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Степанов Олег Игоревич, канд. техн наук, старший преподаватель Института нефти и газа Югорского государственного университета (628012, Российская Федерация, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, д. 16); e-mail: oleg01911@yandex.ru

Стахеев Максим Валерьевич, старший преподаватель кафедры пожарно-прикладной подготовки Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22); AuthorID: 846450; e-mail: docent-sport@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg I. Stepanov, Cand. Sci. (Eng.), Senior Lecturer of the Institute of Oil and Gas, Yugorsk State University (16 Chekhov St., Khanty-Mansiysk, 628012, Russian Federation); e-mail: oleg01911@yandex.ru

Maxim V. Stakheev, Senior Lecturer of the Department of Fire-Applied Training, UISFS of EMERCOM of Russia (22 Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation); AuthorID: 846450; e-mail: docent-sport@mail.ru