

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЛЕСООХРАННЫХ РАБОТ НА ЗЕМЛЯХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Н.А. Коршунов¹, В.А. Савченкова^{1,2✉}, А.В. Перминов¹, М.Е. Коношенков¹

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

²ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (Мытищинский филиал), Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

v9651658826@yandex.ru

Представлена оценка авиалесоохранных работ на землях особо охраняемых природных территорий. Рассмотрены недостатки авиационного мониторинга лесов. Проведен анализ фактической горимости лесов на землях особо охраняемых природных территорий. Для оценки рисков проведен ретроспективный анализ зарегистрированных термоточек в системах космического мониторинга лесных пожаров информационной системы дистанционного мониторинга Рослехоза (ИСДМ-Рослесхоз) и FIRMS по 111-ти особо охраняемым природным территориям за период от 2002 по 2021 годы. Отсутствие пожаров в отдельные периоды не исключает риски их возникновения. На основании анализа термоточек выявлено преобладание весенних пожаров. Приведено описание районов, характеризующихся возникновением пожаров в зависимости от сезона года. Представлен результат анализа ситуации с возникновением лесных пожаров на землях особо охраняемых природных территорий в разрезе федеральных округов. В ходе исследования системы охраны лесов на землях особо охраняемых природных территорий была проведена экспертная оценка организационной структуры, форм и состава команд пожаротушения, действующих на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения, а также наличия сил и средств пожаротушения. Проведена оценка численности персонала, привлекаемого для тушения природных и лесных пожаров, и состав команд, а также их техническая оснащенность. Проанализирована структура лесопожарных формирований, система связи и оповещения для наземных и авиационных сил. Проведена экспертная оценка эффективности маршрутов авиапатрулирования на землях особо охраняемых природных территорий. Выявлена проблема удаленности мест базирования воздушных судов. Предложены варианты решения проблем для участков с низкой и высокой горимостью. Отмечена проблема отсутствия утвержденной единой методики оценки вероятности ландшафтных (природных) пожаров на землях иных категорий, с территории которых может возникнуть угроза перехода огня на земли особо охраняемых природных территорий. Разработаны предложения по формированию оптимальных патрульных маршрутов для пилотируемой и беспилотной авиации. **Ключевые слова:** охрана лесов, мониторинг, беспилотные авиационные системы, маршруты авиапатрулирования, мобильные команды пожаротушения

Ссылка для цитирования: Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Коношенков М.Е. Оценка современного состояния авиалесоохранных работ на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 4. С. 60–72.
DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-60-72

Авиационная охрана лесов и природных комплексов от природных пожаров — есть комплекс взаимосвязанных мероприятий по предупреждению, обнаружения и тушения пожаров [1, 2]. Авиационное патрулирование производится по утвержденным маршрутам, как правило, по границам особо охраняемых природных территорий (ООПТ), обеспечивая возможность осмотра больших площадей, совмещение патрулирования с разведкой пожара с воздуха и оперативной доставки лесопожарных сил. На удаленных и труднодоступных территориях авиационное патрулирование зачастую является единственной возможностью своевременного обнаружения

пожаров, так как обнаружение спутниковыми системами дистанционного мониторинга в настоящее время не обладают технической возможностью оперативно обнаруживать лесные и другие природные пожары на малых площадях. При высокой природной и антропогенной пожарной опасности авиапатрулирование территории можно проводить в дни с IV и V классами пожарной опасности по условиям погоды с высокой внутримассовой грозовой активностью [3, 4]. Авиапатрулирование отличается высокой производительностью — до 1–2 млн га за полет, что отличает его от других способов и средств, а также характеризуется высокой оперативной информированностью о пожаре и условиях его тушения.

Авиационный мониторинг в условиях ООПТ имеет некоторые недостатки: дороговизну и сложность организации полетов воздушных судов в условиях редкой сети аэродромов. Традиционно для ООПТ представляется затруднительным применение авиапожарных команд при авиатрулировании, поскольку это требует наличия профессиональных структур — авиабаз, авиаотделений, групп парашютистов-пожарных и пр. В последние годы значительно расширилось использование легких вертолетов, способных доставлять силы пожаротушения посадочным способом на небольшие по размерам площадки, что дает возможность формирования групп пожаротушения из сотрудников организаций, уполномоченных на ведение хозяйственной и инспекторской деятельности на землях ООПТ, и обеспечило их участие в пожаротушении. Такая тенденция будет возрастать в среднесрочной перспективе, что важно учитывать в ходе дальнейших исследований.

Цель работы

Цель работы — совершенствование авиационной охраны ООПТ от природных пожаров, в том числе путем повышения эффективности авиационного мониторинга.

Объекты и методы исследования

При проведении исследований основными методами работы служили аналитический, сопоставительный и сравнительный анализы, объектом исследования является система охраны лесов от пожаров на землях ООПТ федерального значения.

В ходе исследования получены результаты, которые можно внедрять в практическую деятельность лесопожарных формирований или групп пожаротушения федеральных государственных бюджетных учреждений, осуществляющих управление государственными природными заповедниками.

Результаты и обсуждение

Учитывая указанную цель сформулированы следующие задачи:

- анализ статистической информации случаев возникновения лесных и природных пожаров (количество пожаров и площади, пройденные огнем), возникших на землях ООПТ за временной период не менее 12 лет;

- анализ статистической информации фактического наличия ресурсов пожаротушения в ООПТ (приборы, инвентарь, техника и пр.), наличия противопожарной техники и оборудования, специального снаряжения и инвентаря, средств коммуникации в командах пожаротушения, действующих на землях ООПТ федерального значения;

- научно обоснованный выбор методики создания маршрутов авиационного патрулирования лесов на пилотируемых и беспилотных воздушных судах для мониторинга пожарной опасности, с учетом требований Лесного кодекса Российской Федерации, Воздушного кодекса Российской Федерации и федеральных авиационных правил (ФАП).

Анализ фактической горимости на землях ООПТ за период 2011–2021 гг. показал, что в среднем ежегодно регистрируется 200...250 пожаров, за исключением отдельных лет. Так, например, пик горимости наблюдался в 2011 г. — более 330 пожаров (рис. 1).

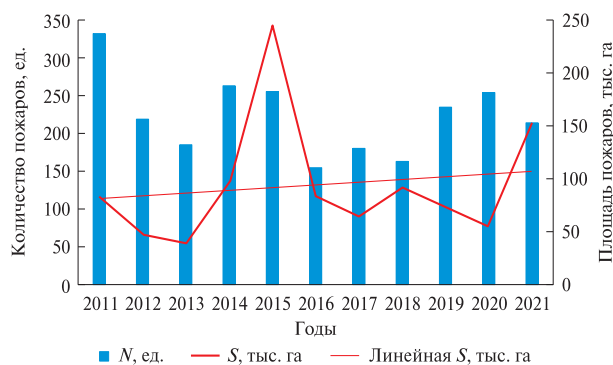


Рис. 1. Горимость на землях 226 особо охраняемых природных территорий федерального значения (заповедников, национальных парков, заказников) за период 2011–2021 гг.

Fig. 1. Fire danger on the lands of 226 protected areas of federal significance (nature reserves, national parks, nature reserves) for the period 2011–2021

Ежегодно площади, пройденные огнем, достигают значительного размера — 60...100 тыс. га. Максимум зафиксирован в 2015 г. — более 240 тыс. га. При этом наблюдается четкая тенденция: ежегодное увеличение площади, пройденной огнем, что является негативным маркером, косвенно отображающим фактическую эффективность борьбы с лесными и другими природными пожарами.

За рассматриваемый период на землях 104 ООПТ (40 % общего количества территорий) пожары не были зарегистрированы, хотя отсутствие зафиксированных пожаров не означает, что отсутствуют риски их возникновения.

Для оценки таких рисков, в том числе возникших вследствие перехода огня с сопредельных территорий, был проведен ретроспективный анализ зарегистрированных термоточек в системах космического мониторинга лесных пожаров информационно-аналитической системы дистанционного мониторинга Рослесхоза (ИСДМ-Рослесхоз) и FIRMS по 111 ООПТ за период от 2002 по 2021 гг. [5].

Результаты анализа выборки данных показали, что на весенний период приходится 41 %

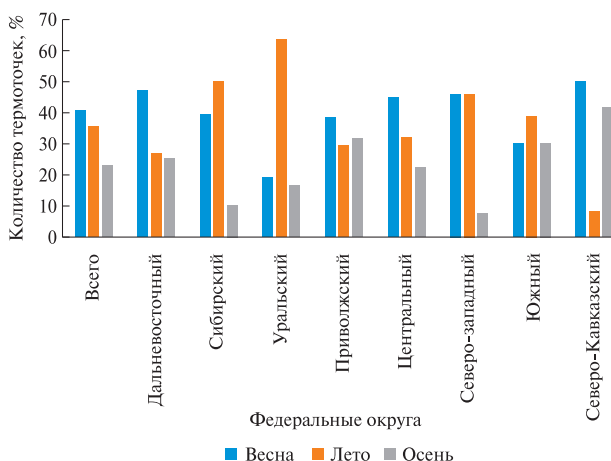


Рис. 2. Условное распределение термоточек в течение пожароопасного сезона на 111 особо охраняемых природных территориях субъектов Российской Федерации и на сопредельных с ними землях, по данным систем космического мониторинга, в период 2002–2021 гг.

Fig. 2. Conditional distribution of thermal points during the fire season in 111 protected areas and adjacent lands according to space monitoring systems, in the period 2002–2021, as a percentage

термоточек, на летний — 36, на осенний — 23 % (рис. 2). Это свидетельствует об остроте проблемы весенних пожаров.

Для лесорастительных зон степи и лесостепи характерно преобладание травяных пожаров, распространяющихся по сухому растительному покрову, которые характеризуются скоротечностью, распространяются на большие площади, обычно группируются вдоль дорог, вокруг мест проживания людей и ведения хозяйственной деятельности [6, 7]. Пожары летнего периода характерны для лесных районов — таежных и горнотаежных, которые часто возникают на отдаленных и труднодоступных лесных участках вследствие грозных разрядов. Их обнаружение затруднено, поэтому требуется организация авиационного патрулирования на пилотируемых или беспилотных воздушных судах [8, 9].

В осенний период традиционны пожары в лесостепной зоне, в лесах с мертвопокровным типом напочвенного покрова, в том числе в горных лесах. Во многом ситуация схожа с весенним периодом, но отличается меньшим объемом подвергшихся пожарам площадей и невысокой их напряженностью.

В ООПТ, расположенных на территории Центрального федерального округа, ситуация в целом повторяет средние значения по всем рассматриваемым ООПТ страны. Здесь имеются все основные типы лесов и категории земель, однако, более высокий уровень урбанизации и хозяйственного освоения территории обуславливает преобладание весенних пожаров. В то же время густота дорожной сети и хорошая обеспеченность пожарными

подразделениями способствуют более эффективному обнаружению пожаров и быстрой реакции соответствующих служб. Как следствие, площади, пройденные огнем, относительно невелики.

В Южном и Северо-Кавказском федеральных округах на землях ООПТ традиционно фиксируется относительно небольшое количество пожаров и термоточек. По мере продвижения от равнинных к горным районам существенно уменьшается доля «летних» термоточек. Лиственные леса и зеленый травяной покров значительно снижают вероятность возникновения пожаров. В горной местности загорания лесных горючих материалов возможны в мертвопокровных типах лесов в позднеосенний или ранневесенний периоды.

Отличается ситуация в Уральском, Сибирском и Северо-Западном федеральных округах, в регионах, на которые приходится значительные площади таежных светлохвойных и темнохвойных лесов, а также притундровые леса. Для них характерна повышенная пожарная опасность в летний период по мере просыхания лишайниковых, моховых и травяно-моховых типов напочвенного покрова [10].

В этих регионах риск возгорания лесных горючих материалов совпадает с пиками грозовой активности и приурочен к концу июня — июлю. Традиционно количество пожаров, по сравнению с европейскими и южными регионами страны невелико, однако на землях ООПТ они развиваются преимущественно в труднодоступных районах, в условиях малой густоты сети дорог и населенных пунктов. Как следствие, своевременное обнаружение пожаров и доступ к ним необходимого и достаточного количества сил и средств пожаротушения затруднены. При этом время действия и итоговые площади «летних» пожаров, стоимость работ по тушению и ресурсный ущерб относительно велики.

Ситуация в Дальневосточном федеральном округе уникальна. Значительные по размерам территории в сочетании с условиями, характерными как для южных районов степи и лесостепи, так и для среднетаежных групп лесов, притундровых лесов формируют наибольшие риски пожаров для земель ООПТ. Весной скоротечные травяные пожары в условиях трудностей организации систем обнаружения и своевременного прибытия сил пожаротушения обуславливают наибольшие значения площадей, пройденных огнем от ландшафтных (природных) пожаров. В летний период преобладают лесные пожары в отдаленных и труднодоступных местах, как правило, вследствие гроз. При тушении таких пожаров отмечаются факторы постоянного дефицита сил и ограниченной транспортной доступности.

Часто для их тушения требуется авиационное обеспечение. Все это вместе способствует развитию крупных лесных пожаров длительностью в несколько недель.

Спутниковые данные показали, что практически для всех ООПТ, которые в статистике лесных и природных пожаров за период 2011–2021 гг. не имели зарегистрированных пожаров, имеются многочисленные случаи зафиксированных термоточек на сопредельных землях. Особенно в весенний период (апрель, май) для южных районов, в летний (июль, начало августа) — для северных районов, включая районы Крайнего Севера, арктической зоны с напочвенным покровом растительности, характерным для зоны тундры.

Таким образом, риски возникновения пожаров имеются практически на всех ООПТ федерального значения.

В ходе исследования системы охраны лесов на землях ООПТ была проведена экспертная оценка организационной структуры, форм и состава команд пожаротушения, действующих в ООПТ федерального значения, а также наличия сил и средств пожаротушения [11, 12].

По данным планов тушения лесных пожаров и сводных планов тушения лесных пожаров, в 136 федеральных государственных бюджетных учреждениях (ФГБУ) численность персонала, привлекаемого для тушения природных и лесных пожаров, находится на уровне 3,2 тыс. чел. Команды распределены неравномерно и «привязаны» к «своим» ООПТ, что существенно затрудняет маневрирование силами и средствами. Значительные расстояния на региональном уровне не позволяют оперативно увеличивать силы в наиболее горимых ООПТ в периоды высокий и чрезвычайной горимости.

Численность и состав команд также неоднородны, фактически зависят не от традиционной горимости на землях ООПТ, а от организационных и финансовых возможностей ФГБУ. Следует отметить важную особенность системы организаций ООПТ федерального значения: персонал команд тушения представлен инспекторским составом ООПТ, т. е. работниками, для которых тушение лесных и природных пожаров не является основной профессиональной деятельностью. Это обстоятельство важно учитывать при формировании предложений по оптимальной оснащённости сил команд пожаротушения для ООПТ. Численность команд пожаротушения в организациях ООПТ составляет от 5 до 20 чел. в отдельных ООПТ европейской части страны и до 80...90 чел. в отдельных ФГБУ в азиатской части. Диапазон охраняемых площадей может находиться в пределах от нескольких тысяч до одного миллиона гектар и более. Это означает, что

в восточных регионах страны количество пожарных на условную единицу охраняемой площади ООПТ может быть даже меньше, чем в западных.

На начало 2022 г. 136 ФГБУ имеется около 300 пожарных автоцистерн, более 300 ед. тракторной техники, более 1000 ед. высокопроходимой техники (легковые и грузовые автомобили, вездеходы, автобусы и вахтовые автомобили), более 310 катеров и лодок. Имеющийся уровень технической оснащённости организаций ООПТ федерального значения имеет явный приоритет в пользу мобильности «легких» команд, способных применять ручные методы и средства тушения, мобильное водоподающее оборудование [13–15]. Это обстоятельство важно учитывать при формировании предложений по оптимальной оснащённости сил команд пожаротушения для ООПТ.

По структуре лесопожарные формирования представлены 46 пожарно-химическими станциями (ПХС) 1-го типа и 32 ПХС 2-го типа (данные по состоянию на 01.03.2022 г). Отсутствуют ПХС 3-го типа, несмотря на то что количество и состав техники в некоторых ФГБУ позволяет сформировать полноценную усиленную лесопожарную станцию 3-го типа (современный аналог ПХС-3). Например, ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор» имеет наибольшее количество — 11 ПХС 1-го типа и 2 ПХС 2-го типа при охраняемой территории в 107 тыс. га, что соответствует типовой нагрузке одной ПХС 2-го типа в среднетаёжной зоне. Следует отметить, что земли данного ООПТ имеют рекордные показатели горимости — более 40 пожаров в отдельные годы. В ФГБУ, расположенных в наиболее «горимом» и значительном по площади имеющихся ООПТ Дальневосточном федеральном округе, имеется всего четыре ПХС 1-го типа и семь ПХС 2-го типа. В составе ФГБУ, расположенных в Сибирском федеральном округе, имеется всего две ПХС 1-го типа и две ПХС 2-го типа в трех ООПТ. Тогда как в ООПТ в Приволжском федеральном округе — 31 ПХС.

Таким образом, сил пожаротушения, которыми располагают ФГБУ, достаточно только для условной малой горимости лесов и природных территорий, за исключением отдельных ООПТ. Команды пожаротушения способны действовать на лесных и природных пожарах на ранней стадии их развития или на малых площадях. Рост плотности пожаров (количество обнаруженных и действующих пожаров в день) до 3–5 единиц в большинстве случаев провоцирует резкий дефицит сил, что приводит к появлению крупных лесных пожаров [16]. В большинстве ФГБУ дополнительных команд для длительной работы на крупных лесных и природных пожарах не имеется.

Техническая оснащенность в основном достаточна для обеспечения работы существующих оперативных команд и в целом сбалансирована с учетом многовариантности условий ООПТ и ограничений, направленных на сбережение уязвимых природных комплексов [17–20]. Однако имеется потребность в существенном повышении технической мобильности как наиболее критичном доминирующем факторе, обеспечивающем эффективность работы оперативных сил. Есть потребность формирования в нескольких ФГБУ резервов команд пожаротушения, способных оперативно оказать помощь ООПТ в кризисных регионах.

Формирование единой системы связи и оповещения для наземных и авиационных сил заключается в организации работы аналогов пунктов диспетчерского управления, когда информационный обмен направляется и распределяется через один условный узел связи (пункт), обслуживающий нескольких участников (потребителей информации). Это требует унификации форм типовых сообщений и процедур действий, интеграции каналов технической связи (радио-, телефонная и электронная связь), взаимодействия ответственных лиц организаций, вовлеченных в решение общих целей и задач. Это позволяет синхронизировать работу наземных и авиационных подразделений, организовать их эффективное взаимодействие [21]. В условиях ООПТ это возможно через организацию работы диспетчерского пункта при ФГБУ или делегирования выполнения части работ по информационному обеспечению и координации диспетчерским пунктам специализированной диспетчерской службы субъекта Российской Федерации. Они располагаются, как правило, в авиационных отделениях, лесничествах, лесопожарных станциях и действуют в соответствии с Приказом Рослесхоза от 28.05.2012 г. № 218 «Об утверждении Методических указаний по вопросам организации и функционирования специализированных диспетчерских служб органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченных в области лесных отношений».

В лесном комплексе в ходе многолетнего опыта выработан подход к планированию маршрутов авиационного патрулирования лесов с высоким риском возникновения пожаров, обеспечивающих возможность осмотра подведомственной территории в полном объеме:

до границы указанной территории расстояние не должно превышать 30 км;

между линиями заданного пути должно быть пространство не более 60 км;

в ходе патрулирования не допускается значительное наложение полос осмотра одной территории с разных направлений маршрута.

В горной местности маршруты могут отличаться от рекомендованных значений. Их разрабатывают с учетом влияния сложного рельефа, который может ограничивать обзорность наблюдателю, мощность двигателей воздушного судна и его допустимая полетная масса, рабочие высоты. В оптимальных условиях летчик-наблюдатель невооруженным взглядом способен по дымовому следу обнаружить загорание площадью 0,1 га с дистанции 30 км (при стандартной прозрачности атмосферы) при высоте полета воздушного судна на высотах 600...1000 м над рельефом местности. Следует учитывать, что в условиях действия в регионе крупных природных пожаров, а также при определенных изменениях погодных условий (приземном тумане, локальных осадках, низкой облачности, пыли в воздухе, инверсии воздуха и пр.), дистанция обнаружения может существенно снижаться до 10...15 км и менее вследствие уменьшения прозрачности атмосферы и ухудшения горизонтальной видимости. По этой причине, как правило, для ООПТ разрабатывают и утверждают несколько авиамаршрутов в случае развития разных ситуаций.

В рамках исследований проведена экспертная оценка эффективности маршрутов авиатрулирования ООПТ, приведенных в Планах тушения лесных пожаров в лесах лесничеств на 2022 г., и Сводных планах тушения лесных пожаров на территории субъектов Российской Федерации на 2022 г.

По оценкам 168 заповедников и национальных парков федерального значения получены следующие данные: 53 % ООПТ имеют площадь менее 100 тыс. га; 13 % – от 100 до 200; 17 — от 200 до 500; 9 — от 0,5 до 1 млн га; 8 % ООПТ имеют площадь свыше 1 млн га. Это означает, что в подавляющем большинстве случаев размеры осматриваемой площади ООПТ существенно меньше типовой нагрузки на воздушное судно, часто для осмотра достаточно 15...30 мин. Однако основная проблема заключается в том, что места базирования воздушных судов (аэродромы, аэропорты) находятся на значительном удалении от ООПТ, следовательно, могут возникать непроизводительные затраты летного времени. Поэтому для большинства ООПТ оптимальной является интеграция части полета над ООПТ в уже существующие маршруты авиатрулирования лесов на землях лесного фонда, осуществляемые подведомственными учреждениями уполномоченных органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области лесных отношений [22]. Например, для ФГБУ «Государственный природный заповедник «Малая Сосьва» имени В.В. Раевского» и ФГБУ «Государственный природный заповедник «Юганский» целесообразно разработать отдельные маршруты, включающие

в себя осмотры земель лесного фонда и части земель ООПТ. Также следует отметить, что малые размеры многих ООПТ позволяют проводить осмотр с борта воздушного судна без пролета непосредственного над ООПТ, т. е. за счет 30-километровой дистанции видимости. Это позволяет существенно уменьшить финансовые затраты. В Планах тушения многих лесничеств на ООПТ эта практика отображена.

В ходе исследований отдельная проблема отмечена для ООПТ, обладающих значительной площадью — около 1 млн га. Как правило, эти ООПТ сосредоточены в труднодоступных и малоосвоенных восточных и северных районах Сибири и Дальнего Востока. Подобные размеры ООПТ характерны для работы полноценного авиационного отделения с собственными маршрутами, дежурными самолетами и вертолетами, с наличием авиапожарных команд. Подобный подход требует формирования определенной инфраструктуры, посадочных площадок, диспетчерских пунктов, мест постоянного базирования мобильных команд, оборудования для обслуживания воздушных судов, запасов топлива. При этом с учетом фактора нерегулярной горимости вследствие абсолютного доминирования природных причин появления загораний (пожаров от гроз), существенные финансовые инвестиции в организацию подобного авиаотделения могут быть не оправданы. В этой ситуации возможны два варианта.

1. Для ООПТ с относительно низкой горимостью лесов целесообразно сформировать систему обнаружения пожаров как симбиоз регулярного использования космических средств мониторинга и эпизодического авиационного патрулирования пилотируемой авиации. В любом случае для такой территории необходимо также разработать и утвердить оптимальные авиационные маршруты для патрульных самолетов, предусмотреть варианты наличия и применения дежурных мобильных команд на вертолетах, критерии их эффективного применения.

2. Для охраны ООПТ с высокой горимостью целесообразно создать полноценное авиаотделение, но как элемент более крупной системы охраны территорий от пожаров (регионального или федерального уровня), когда ресурсные затраты могут быть оправданы и использованы для решения задач на других географических направлениях. Это потребует нормативно-правовых решений и целевого финансирования. Подобный подход реализован при формировании авиационной охраны лесов от пожаров на Байкальской природной территории (БПТ). Потенциал расширения данной практики имеется для некоторых крупных кластеров ООПТ на Урале, Сибири и Дальнем Востоке.

Текущая ситуация для ООПТ, располагающихся в БПТ, где полномочия по охране лесов от пожаров распределены между Минприроды России и Федеральным агентством лесного хозяйства с апреля 2021 г., имеет отличия от общей.

Локальная система авиационной охраны лесов от пожаров для БПТ еще находится в стадии формирования, поэтому пока приняты решения, эффективность которых не очевидна [23, 24]. Например, в Планах тушения государственного природного заповедника (ГПЗ) «Джергинский» на 2022 г. указан основной маршрут авиапатрулирования длиной 470 км с вылетом воздушного судна из с. Баргузин, при этом на непосредственный осмотр заповедника приходится менее 20 % полета, остальное время полет проходит над лесами земель лесного фонда, по которым полномочия по охране лесов от пожаров выполняют региональные уполномоченные органы. В плане тушения национального парка «Забайкальский национальный парк» на 2022 г. указан маршрут по осмотру сразу двух ООПТ протяженностью 317 км. В целом указанный объединенный маршрут обеспечивает осмотр 100 % территории Забайкальского национального парка и Баргузинского заповедника. Однако недостатком представленного маршрута является то, что расстояния между параллельными линиями маршрута составляют всего 15...36 км, значит, происходит двойной осмотр территории за короткий отрезок времени (в течение 1 ч). Территории всех трех ООПТ патрулируются воздушными судами по двум независимым маршрутам из с. Баргузин (рис. 3). Это означает, что имеется возможность реализации одного объединенного маршрута сразу на три ООПТ. Расчеты показывают, что возможна разработка трех-четырех объединенных маршрутов авиапатрулирования с полезным действием на уровне 70–80–90 % времени полета, для выполнения которых достаточно применения одного воздушного судна (рис. 4). При этом длина таких маршрутов будет варьировать в диапазоне 470...600 км (примерно 3,5...4 летных часа), что соответствует типовой нагрузке для самолета АН-2. Для маршрута с максимальным значением времени возможен осмотр сразу четырех ООПТ, включая «Фролихинский заказник». Также остается запас летного времени самолета АН-2 для осуществления высадки групп парашютистов-пожарных при необходимости.

Указанные в Планах тушения маршруты не являются ошибочными, они могут быть актуальными при определенных условиях развития лесопожарной ситуации, например при «вспышках» грозных пожаров или при задействовании групп десантников-пожарных на вертолетах. Территория ГПЗ «Джергинский» отдалена от с. Баргузин,

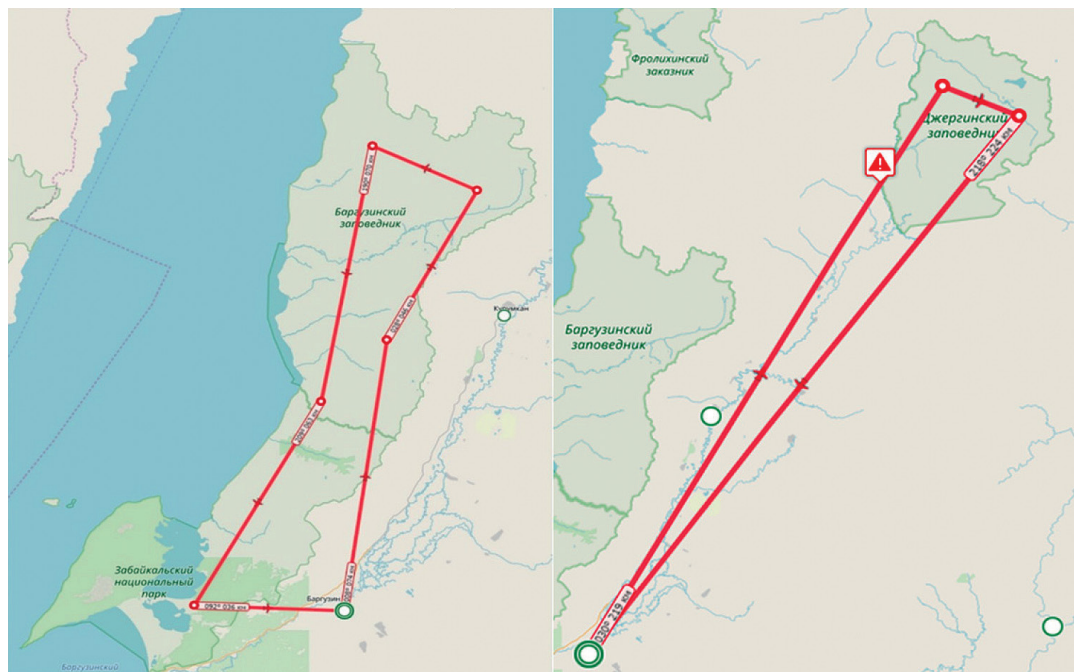


Рис. 3. Карты-схемы маршрутов авиационного патрулирования лесов на территории государственных природных заповедников «Джержинский», «Забайкальский национальный парк» и «Баргузинский заповедник» на пожароопасный сезон 2022 г. (Республика Бурятия)

Fig. 3. Maps-schemes of routes of aviation patrol of forests on the territory of the GPP «Dzherginsky» and «Zabaikalsky National Park», GPP «Barguzinsky Reserve» for the fire season of 2022 (the Republic of Buryatia)



Рис. 4. Возможные варианты объединенных маршрутов авиационного патрулирования для осмотра ООПТ ФГБУ «Государственный заповедник «Джержинский» и ФГБУ «Заповедное Подлеморье»

Fig. 4. Possible variants of combined air patrol routes for the inspection of the protected areas of the Federal State Budgetary Institution «State Reserve «Dzherginsky» and the Federal State Budgetary Institution «Reserved Podlemorye»

где базируются авиапожарные команды, на расстояние более 200 км. Это означает, что в случае возникновения пожара время прибытия вертолета типа Ми-8 с группами десантников-пожарных составит более 1 ч. Для работы вертолета требуется использование дополнительных топливных баков. Время полета с учетом проведения высадки десантников к месту обнаруженного пожара составит не менее 2,5 ч.

Для условий определенных ООПТ целесообразно разрабатывать и официально утверждать

несколько маршрутов авиационного патрулирования с учетом различных ситуаций.

Вопрос эффективности маршрутов авиапатрулирования тесно связан с периодичностью проведения осмотров. Полеты должны проводиться в периоды высокой вероятности появления пожаров согласно требованиям приказа Минприроды России от 15.11.2016 г. № 597 «Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов».

Фактически основные действия подразделения по охране от лесных и природных пожаров, их готовность, дежурство, кратность осмотров (работа наблюдательных пунктов, вышек) и патрулирования (наземных, водных, авиационных) подчинены определенному регламенту, который зависит от текущего класса пожароопасной по условиям погоды на конкретный день.

Определение действующего класса пожароопасной по условиям погоды проводится на основании методики, утвержденной приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 05.07.2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».

Следует отметить, что приказы Минприроды № 287, № 597, а также приказ Минприроды России от 01.04.2022 г. № 244 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров» и приказ Рослесхоза от 23.06.2014 г. № 276 «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров», «действуют» совместно как элементы одного комплекса мероприятий, дополняя друг друга. Поэтому для условий ООПТ в целях унификации действий целесообразно применять единые методы оценки и значения классов с теми, которые применяют уполномоченные органы субъектов Российской Федерации.

На текущий момент для оценки вероятности ландшафтных (природных) пожаров на землях иных категорий, с которых может распространяться угроза перехода огня на земли ООПТ, какие-либо другие методики отсутствуют.

Правовая и экспертная оценки проблематики организации авиационной охраны от лесных и природных пожаров на ООПТ включает в себя проблему применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА) или беспилотных авиационных систем (БАС) [25].

По состоянию на 2022 г. в организациях ООПТ федерального значения заявлено об использовании более 160 беспилотных комплексов. В основном это портативные вертолеты (мультикоптеры) малых классов с низкой стоимостью, в меньшей степени самолетные комплексы малых классов с повышенными характеристиками дальности полета и эффективным радиусом каналов связи. Ежегодно применение подобной техники в природоохранном деле и лесоохранной сфере стабильно растет. Актуальность приобретает методическое и нормативное регулирование этих процессов.

Во всех случаях применения для авиационных работ БАС или БЛА необходимо руководствоваться требованиями воздушного законодательства (Воздушный кодекс Российской Федерации,

федеральные авиационные правила). Согласно законодательству, оператор БЛА или БАС выполняет функцию командира беспилотного воздушного судна (БВС), со всеми вытекающими механизмами юридической ответственности. Для использования БВС в российском воздушном пространстве действует только разрешительная система применения, т. е. полеты должны быть заранее согласованы с органами управления воздушным движением.

Использование воздушного пространства БВС осуществляется посредством установления временного и местного режимов, а также кратковременными ограничениями в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полеты БВС.

Анализ показал, что 66 % ООПТ федерального значения имеют площадь менее 200 тыс. га. Это означает, что имеется техническая возможность организации авиационного мониторинга на БАС самолетного типа (как правило, аппараты с полетной массой менее 10 кг) с эффективными радиусами по радиоканалу до 50 км.

На расширение практики применения БВС для авиационного мониторинга за пожарами на ООПТ имеются следующие ограничения:

- технические — устойчивость передачи данных (востребован режим видео on-line) на значительные расстояния, сложный рельеф местности;
- административные — ограничения на использования воздушного пространства в связи с близостью государственной границы, зон аэропортов, военных объектов, наличием полетов других воздушных судов;
- экономические — стоимость эксплуатации комплексов и проведения миссии.

Перспективность применения БВС состоит в том, что в условиях ООПТ представляется возможным минимизировать сопутствующее воздействие на фауну охраняемого комплекса, снизить объемы перемещения персонала и техники в уязвимой среде.

В положениях заповедников традиционно предусмотрено ограничение на использование пилотируемой авиации над ООПТ на высотах полета ниже 2000 м. Однако приказом Минтранса России от 24.07.2020 г. № 255 «Об установлении зон ограничения полетов» установлено, что каждый заповедник имеет свой номер зоны, например: «USR973 — Денежкин Камень. Ограничения круглосуточно, минимальная высота 1600 футов (500 м)». Таким образом, согласно приказам Минтранса России, постоянные зоны ограничения полетов могут устанавливаться над государственными природными заповедниками в размере на высотах не менее 500 м от поверхности земли.

Положения заповедников в части ограничений для полетов пилотируемой авиации требуют актуализации.

Для формирования оптимальных патрульных маршрутов для пилотируемой и беспилотной авиации в рамках исследовательской работы разработаны нижеследующие предложения:

1. При разработке маршрутов воздушных судов целесообразно оценить допустимую площадную нагрузку. Площадная нагрузка на воздушное судно — это допустимые размеры обслуживаемой территории, закрепляемой за самолетами (вертолетами), при которых обеспечивается требуемый режим полетов и обслуживание лесных и природных пожаров по установленной технологической схеме.

Допустимая площадная нагрузка может быть определена по формуле

$$S = 0,0002 \text{ п}RL,$$

где S — допустимая площадная нагрузка, млн га;
 п — коэффициент полезности маршрута (КПМ);

R — радиус обзора с борта воздушного судна (ВС), км;

L — оптимальная протяженность маршрута, км.

Коэффициент полезности маршрута определяется как отношение осматриваемой с маршрута площади в пределах охраняемой территории к расчетной площади, соответствующей протяженности этого маршрута. Оптимально, когда коэффициент составляет 0,7...0,8 и более. Радиус обзора с пилотируемого ВС принимается 30 км. Оптимальная протяженность маршрута патрулирования зависит от кратности патрулирования и плотности пожаров на единицу охраняемой территории, технических параметров воздушного судна (крейсерская скорость полета, дальность).

2. Для БВС размеры и протяженность маршрута будут ограничены радиусом действия по радиоканалу, поскольку при выполнении патрулирования требуется обеспечение устойчивого канала передачи видеoinформации в режиме реального времени (on-line). Площадные нагрузки для БАС с радиусом действия по радиоканалу до 50 км находится в диапазоне 100...300 тыс. га. Радиус обзора с БЛА может быть существенно ниже 30 км, что зависит от целевой нагрузки и мощности приемо-передающего оборудования в составе всего комплекса. При разработке маршрута необходимо указать значения радиуса обзора с БВС равной дистанции, с которой оператор беспилотного комплекса способен устойчиво идентифицировать дымовую колонку загорания площадью 0,1 га при высоте полета БЛА 500 м над рельефом местности, действуя в режиме реального времени.

3. Маршруты патрулирования планируют по наиболее опасным в пожарном отношении участкам, где высока вероятность возникновения загораний. При этом учитывается возможность осмотра всей ООПТ. Интервал между линиями полета пилотируемого ВС не должен превышать 60 км (для БВС не более двух значений радиуса обзора), а от маршрута до границы обслуживаемой площади — не более 30 км (для БВС не более радиуса обзора). Патрулирование осуществляется таким образом, чтобы не было больших перекрытий при осмотре одной территории с разных сторон маршрута. Допускается пересечение линии маршрута участков районов применения наземных сил и средств пожаротушения. Линии полетов прокладываются с использованием картографического материала после определения нормативной площадной нагрузки на пилотируемый летательный аппарат.

4. С учетом размеров и конфигурации ООПТ допускается разработка и утверждение следующих маршрутов:

– целевого маршрута — полет ВС полностью осуществляется для решения задач охраны ООПТ;

– объединенного маршрута — полет ВС осуществляется для решения задач охраны нескольких ООПТ;

– интегрированного маршрута — одна часть полета ВС осуществляется для решения задач ООПТ, другая часть направлена на решение задач других потребителей (заказчиков услуг).

Для ООПТ с незначительной площадью допускается интегрированный маршрут, когда осматриваемая площадь территории попадает в радиус обзора, но при этом линия полета воздушного судна над ООПТ не находится.

5. В ходе проведения наземного патрулирования допускается использование переносных БЛА для увеличения радиуса осмотра. Требования по составлению маршрутов полетов для них при осуществлении наземного патрулирования не устанавливаются. Применение данных беспилотных летательных аппаратов происходит на малых высотах, так, чтобы не препятствовать работе патрульных воздушных судов.

Выводы

В условиях ООПТ оптимальным является использование «легких» сил пожаротушения, состоящих из автономных групп по 5–6 чел. с транспортными средствами и с возможностью аэромобильной доставки. Для большинства специалистов команд пожаротушения на землях ООПТ требуется уделять внимание специализированной подготовке работ с воздушными судами (в том числе беспилотными), взаимодействию

с экипажами воздушных судов, адаптации индивидуального и группового снаряжения и оборудования команд к автономным действиям, транспортировке на ВС.

Особо охраняемые природные территории имеют определенное преимущество для применения БАС — они обладают относительно изолированными зонами для применения авиации, что упрощает процедуру использования ведомственных БВС, а также использование малых вертолетов (мультикоптеров) на близком расстоянии при проведении наземного патрулирования лесов или непосредственно при тушении пожаров либо в режиме стационарного наблюдательного пункта (вышки).

Кроме того, облегчается использование беспилотных самолетов для авиационного патрулирования лесов в труднодоступной местности на средних дистанциях (в радиусе до 50 км от места старта ВС). Здесь ограничением может быть рельеф местности, которые будут препятствовать прохождению ультракоротковолновых сигналов радиосвязи, снижать дистанцию передачи видео.

На начало второго десятилетия XXI в. не существует утвержденных методик расчета площадной нагрузки на БВС и критерия построения патрульных маршрутов. Лимитирующими для построения оптимальных маршрутов являются следующие параметры:

- дальность полета аппарата;
- эффективный радиус радиоканала (требуется передача видео, как правило, на более чем 50 км);
- дистанция устойчивого обнаружения точек дыма или загорания посредством целевой нагрузки аппарата (для БЛА малых классов на уровне менее 10...15 км);
- полетные ограничения по значениям ветра, осадков.

Определенным сдерживающим обстоятельством для развития беспилотной авиации в системе ООПТ являются противоречия в воздушном законодательстве в части подготовки кадров. Это проблема выходит за рамки данной научной исследовательской работы.

Правовые условия для использования беспилотной авиации на землях ООПТ благоприятны: 66 % ООПТ имеют площадь зоны лесоавиационных работ равной производительности БАС самолетного типа малого класса.

Список литературы

- [1] Коровин Г.Н., Андреев Н.А. Авиационная охрана лесов. М.: Агропромиздат, 1988. 223 с.
- [2] Щетинский Е.А. Авиационная охрана лесов. М.: ВНИИЛМ, 2001. 488 с.
- [3] Матвеев П.М., Матвеев А.М. Лесная пирология. Красноярск: СибГТУ, 2002. 316 с.
- [4] Бобринский А.Н., Воронов М.А., Коршунов Н.А., Ловцова Н.В., Петров А.П., Проказин Н.Е. Правоприменение и управление в сфере использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов / Под ред. А.П. Петрова. М.: Всемирный банк, 2015. 252 с.
- [5] Котельников Р.В., Лупян Е.А., Барталев С.А., Ершов Д.В. Космический мониторинг лесных пожаров: история создания и развития ИСДМ-Рослесхоз // Лесоведение, 2019. № 5. С. 399-409.
- [6] Степные пожары и управление пожарной ситуацией в степных ООПТ: экологические и природоохранные аспекты. Аналитический обзор. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2015. 144 с.
- [7] Куксин Г.В., Крейдлин М.Л. Степные пожары: профилактика, тушение, правовые аспекты. Методические рекомендации для сотрудников особо охраняемых природных территорий. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2014. 128 с.
- [8] 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.
- [9] Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А. Справочник по тушению природных пожаров. Проект ПРООН/МКИ Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, 2011, 130 с.
- [10] Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А., Коршунов Н.А. Лесные горючие материалы и пожароопасность насаждений Сибири: справочник учебный. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2017. 93 с.
- [11] Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Калинин М.С. Оценка состояния лесопожарной системы страны // Лесохозяйственная информация, 2019. № 3. С. 82–93.
- [12] Жаринов С.Н., Голубева Е.И., Зимин М.В. Концептуальные основы организации охраны лесов от пожаров // Вопросы лесной науки, 2020. Т. 3. № 3. С. 1–8.
- [13] Коршунов Н.А., Мартынюк А.А., Савченкова В.А., Калинин М.С. Оценка состояния средств тушения лесных пожаров и экономической эффективности их применения // Лесохозяйственная информация, 2019. № 1. С. 77–88.
- [14] Перминов А.В., Савченкова В.А., Коршунов Н.А., Коношенков М.Е. Перспективы применения мотовездеходов в лесном хозяйстве // Лесохозяйственная информация, 2021. № 3. С. 59–69.
- [15] Белов В.А., Куличенко В.В., Модин В.И. Применение лесопожарных мотопомп при борьбе с лесными пожарами. Методические рекомендации. С-Петербург: ЛенНИИЛХ, 1992. 33 с.
- [16] Коршунов Н.А., Щетинский Е.А., Воронов М.А., Павлухина Е.А. Справочник руководителя тушения лесного пожара. Пушкино: ФАУ ВИПКЛХ, 2017. 192 с.
- [17] Вонский С.М., Наумов В.Б., Жданко В.А. Лесные пожары и способы их тушения. Под ред. Е.С. Арцибашева. Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1989. 57 с.
- [18] Куксин Г.М., Крейдлин М.Л., Коршунов Н.А. Рекомендации по тушению торфяных пожаров на осушенных болотах. Опыт работы добровольных лесных пожарных. М.: Гринпис, 2017. 112 с.
- [19] Справочник добровольного лесного пожарного. Методические рекомендации для добровольцев. М.: Гринпис, 2017. 151 с.
- [20] Ефимцев Ю.А., Бобринский А.Н., Сличенкова И.А., Перминов А.В. Охрана труда при выполнении полевых работ в лесном фонде. Ярославль: Канцлер, ВИПКЛХ, 2019. 156 с.

- [21] Котельников Р.В., Коршунов Н.А., Гиряев Н.М. Задачи принятия решений в области охраны лесов от пожаров: основные приоритеты развития информационного обеспечения // Сибирский лесной журнал, 2017. № 5. С. 18-24. DOI: 10.15372/SJFS20170502
- [22] Распоряжение Губернатора Ханты-мансийского автономного округа – Югры от 11 марта 2022 г № 58-рг «О сводном плане тушения лесных пожаров на территории Ханты-Мансийского автономного округа - Югры на период пожароопасного сезона 2022 года». URL: <https://docs.cntd.ru/document/578139986> (дата обращения 11.04.2022).
- [23] Указ Главы Республики Бурятия от 17 марта 2022 г. № 52 «Об утверждении Сводного плана тушения лесных пожаров на территории Республики Бурятия на период пожароопасного сезона 2022 года». URL: <https://base.garant.ru/403725146/> (дата обращения 14.04.2022).
- [24] Сводный план тушения лесных пожаров на территории Иркутской области на период пожароопасного сезона 2022 года. URL: <https://irkobl.ru/sites/alh/OhranaZaschita/Deyatelnost/OhranaOtPojar/2021/> (дата обращения 13.04.2022).
- [25] Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Коношенков М.Е. Перспективные направления применения беспилотных авиационных систем в лесном комплексе // Лесохозяйственная информация, 2022. № 2. С. 34-46. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.03

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

Савченкова Вера Александровна — д-р с.-х. наук, доцент, гл. науч. сотр. отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров, ФБУ ВНИИЛМ, профессор кафедры «Лесные культуры, селекция и дендрология» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 9651658826@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

Коношенков 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

Поступила в редакцию 28.12.2022.

Одобрено после рецензирования 30.03.2023.

Принята к публикации 14.06.2023.

ASSESSMENT OF AVIATION PROTECTION WORKS ON LANDS OF PROTECTED AREAS OF FEDERAL SIGNIFICANCE

N.A. Korshunov¹, V.A. Savchenkova^{1, 2✉}, A.V. Perminov¹, M.E. Konyushenkov¹

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

²BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

v9651658826@yandex.ru

The assessment of air protection works on the lands of specially protected natural territories is presented. The disadvantages of aviation forest monitoring are considered. The analysis of the actual fire danger of forests on the lands of specially protected natural territories is carried out. To assess the risks of 111 specially protected natural territories for the period from 2002 to 2021, a retrospective analysis of the registered thermal points in the systems of space monitoring of forest fires of the information system of remote monitoring of Rosleshoz (ISDM-Rosleshoz) and FIRMS was made. The absence of fires in certain periods does not exclude the risks of their occurrence. Based on the analysis of thermal points, the predominance of spring fires was revealed. The description of the areas characterized by the occurrence of fires depending on the season of the year is given. The result of the analysis of the situation with the occurrence of forest fires on the lands of specially protected natural territories in the context of federal districts is presented. During the study of the forest protection system on the lands of specially protected natural territories, an expert assessment of the organizational structure, forms and composition of fire extinguishing teams, as well as the availability of fire extinguishing forces and means was carried out. The structure of forest fire formations, a communication and warning system for ground and aviation forces are analyzed. An expert assessment of the effectiveness of air patrol routes on the lands of specially protected natural territories was carried out. The problem of remoteness of aircraft bases has been identified. Solutions to problems for areas with low and high burnability are proposed. The problem of the absence of an approved unified methodology for assessing the probability of landscape (natural) fires on lands of other categories, from the territory of which there may be a threat of fire transfer to the lands of specially protected natural territories, is revealed. Proposals have been developed for the formation of optimal patrol routes for manned and unmanned aircraft.

Keywords: forest protection, monitoring, unmanned aircraft systems, air patrol routes, mobile firefighting teams

Suggested citation: Korshunov N.A., Savchenkova V.A., Perminov A.V., Konyushenkov M.E. *Otsenka sovremennogo sostoyaniya avialesookhrannykh rabot na zemlyakh osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy federal'nogo znacheniya* [Assessment of aviation protection works on lands of protected areas of Federal significance]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 4, pp. 60–72.

DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-60-72

References

- [1] Korovin G.N., Andreev N.A. *Aviatsionnaya okhrana lesov* [Aviation protection of forests]. Moscow: Agropromizdat, 1988, 223 p.
- [2] Shchetinskiy E.A. *Aviatsionnaya okhrana lesov* [Aviation protection of forests]. Moscow: VNIILM, 2001, 488 p.
- [3] Matveev P.M., Matveev A.M. *Lesnaya pirologiya* [Forest pyrology]. Krasnoyarsk: SibGTU, 2002, 316 p.
- [4] Bobrinskiy A.N., Voronov M.A., Korshunov N.A., Lovtsova N.V., Petrov A.P., Prokazin N.E. *Pravoprimenenie i upravlenie v sfere ispol'zovaniya, okhrany, zashchity i vosproizvodstva lesov* [Law enforcement and management in the field of use, protection, protection and reproduction of forests]. Ed. A.P. Petrov. Moscow: World Bank, 2015, 252 p.
- [5] Kotelnikov R.V., Lupyan E.A., Bartalev S.A., Ershov D.V. *Kosmicheskiy monitoring lesnykh pozharov: istoriya sozdaniya i razvitiya ISDM-Rosleskhoz* [Space monitoring of forest fires: the history of the creation and development of ISDM-Rosleskhoz]. *Lesovedenie*, 2019, no. 5, pp. 399–409.
- [6] *Stepnye pozhary i upravlenie pozharoy situatsiy v stepnykh OOPT: ekologicheskie i prirodookhrannyye aspekty. Analiticheskiy obzor* [Steppe fires and fire situation management in steppe protected areas: ecological and environmental aspects. Analytical review]. Moscow: Publishing House of the Center for Wildlife Conservation, 2015, 144 p.
- [7] Kuksin G.V., Kreyndlin M.L. *Stepnye pozhary: profilaktika, tushenie, pravovyye aspekty. Metodicheskie rekomendatsii dlya sotrudnikov osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy* [Steppe fires: prevention, extinguishing, legal aspects. Guidelines for employees of specially protected natural areas]. Moscow: Izd-vo Tsentra okhrany dikoy prirody [Publishing House of the Center for Wildlife Conservation], 2014, 128 p.
- [8] Valendik E.N. *Rayonirovanie territorii Sibiri i Dal'nego Vostoka po usloviyam vozniknoveniya krupnykh lesnykh pozharov* [Zoning of the territory of Siberia and the Far East according to the conditions for the occurrence of large forest fires]. *Metody i sredstva bor'by s lesnymi pozharami* [Methods and means of combating forest fires]. Moscow: VNIILM, 1986, pp. 102–118.
- [9] Ivanov V.A., Ivanova G.A., Moskal'chenko S.A. *Spravochnik po tusheniyu prirodnykh pozharov. Proekt PROON/MKI Rasshirenie seti OOPT dlya sokhraneniya Altae-Sayanskogo ekoregiona* [Handbook for extinguishing natural fires. UNDP/MKI project Expansion of the network of protected areas for the conservation of the Altai-Sayan Ecoregion]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk: Institute of Forestry. V.N. Sukachev, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2011, 130 p.
- [10] Ivanov V.A., Ivanova G.A., Moskal'chenko S.A., Korshunov N.A. *Lesnye goryuchie materialy i pozharoопасnost' nasazhdeniy Sibiri: spravochnik uchebnyy* [Forest combustible materials and the fire hazard of plantations in Siberia: a study guide]. Krasnoyarsk: SibGU im. M.F. Reshetneva, 2017, 93 p.
- [11] Korshunov N.A., Savchenkova V.A., Perminov A.V., Kalinin M.S. *Otsenka sostoyaniya lesopozharoy sistemy strany* [Assessment of the state of the country's forest fire system]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2019, no. 3, pp. 82–93.

- [12] Zharinov S.N., Golubeva E.I., Zimin M.V. *Kontseptual'nye osnovy organizatsii okhrany lesov ot pozharov* [Conceptual foundations for organizing the protection of forests from fires]. *Voprosy lesnoy nauki* [Questions of forest science], 2020, v. 3, no. 3, pp. 1–8.
- [13] Korshunov N.A., Martynyuk A.A., Savchenkova V.A., Kalinin M.S. *Otsenka sostoyaniya sredstv tusheniya lesnykh pozharov i ekonomicheskoy effektivnosti ikh primeneniya* [Assessment of the state of means of extinguishing forest fires and the economic efficiency of their use]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2019, no. 1, pp. 77–88.
- [14] Perminov A.V., Savchenkova V.A., Korshunov N.A., Konyushenkov M.E. *Perspektivy primeneniya motovezdekhodov v lesnom khozyaystve* [Prospects for the use of ATVs in forestry]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2021, no. 3, pp. 59–69.
- [15] Belov V.A., Kulichenko V.V., Modin V.I. *Primenenie lesopozharnykh motopomp pri bor'be s lesnymi pozhamami. Metodicheskie rekomendatsii* [The use of forest fire motor pumps in the fight against forest fires. Guidelines]. St. Petersburg: LenNIIKh, 1992, 33 p.
- [16] Korshunov N.A., Shchetinskiy E.A., Voronov M.A., Pavlukhina E.A. *Spravochnik rukovoditelya tusheniya lesnogo pozhara* [Handbook of the forest fire extinguishing manager]. Pushkino: FAU VIPKLH, 2017, 192 p.
- [17] Vonskiy S.M., Naumov V.B., Zhdanko V.A. *Lesnye pozhary i sposoby ikh tusheniya* [Forest fires and ways to extinguish them]. Ed. E.S. Artsibasheva. Leningrad: LenNIIKh, 1989, 57 p.
- [18] Kuksin G.M., Kreydin M.L., Korshunov N.A. *Rekomendatsii po tusheniyu torfyanykh pozharov na osushennykh bolotakh. Opyt raboty dobrovol'nykh lesnykh pozharnykh* [Recommendations for extinguishing peat fires in drained bogs. Experience of volunteer forest firefighters]. Moscow: Greenpeace, 2017, 112 p.
- [19] *Spravochnik dobrovol'nogo lesnogo pozharnogo. Metodicheskie rekomendatsii dlya dobrovol'tsev* [Volunteer Forest Fire Handbook. Guidelines for volunteers]. Moscow: Greenpeace, 2017, 151 p.
- [20] Efimtsev Yu.A., Bobrinskiy A.N., Slichenkova I.A., Perminov A.V. *Okhrana truda pri vypolnenii polevykh rabot v lesnom fonde* [Occupational safety during field work in the forest fund]. Yaroslavl: Chancellor, VIPKLH, 2019, 156 p.
- [21] Kotel'nikov R.V., Korshunov N.A., Giryayev N.M. *Zadachi prinyatiya resheniy v oblasti okhrany lesov ot pozharov: osnovnye priority razvitiya informatsionnogo obespecheniya* [Decision-making tasks in the field of forest fire protection: the main priorities for the development of information support]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forestry Journal], 2017, no. 5, pp. 18–24. DOI: 10.15372/SJFS20170502
- [22] *Rasporyazhenie Gubernatora Khanty-mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry ot 11 marta 2022 g № 58-rg «O svodnom plane tusheniya lesnykh pozharov na territorii Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry na period pozharoopasnogo sezona 2022 goda»* [Order of the Governor of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra dated March 11, 2022 no. 58-rg «On the consolidated plan for extinguishing forest fires in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra for the period of the fire season 2022»]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/578139986> (accessed 11.04.2022).
- [23] *Ukaz Glavy Respubliki Buryatiya ot 17 marta 2022 g. № 52 «Ob utverzhenii Svodnogo plana tusheniya lesnykh pozharov na territorii Respubliki Buryatiya na period pozharoopasnogo sezona 2022 goda»* [Decree of the Head of the Republic of Buryatia dated March 17, 2022 No. 52 «On approval of the Consolidated plan for extinguishing forest fires on the territory of the Republic of Buryatia for the period of the fire season 2022»]. Available at: <https://base.garant.ru/403725146/> (accessed 14.04.2022).
- [24] *Svodnyy plan tusheniya lesnykh pozharov na territorii Irkutskoy oblasti na period pozharoopasnogo sezona 2022 goda* [Consolidated plan for extinguishing forest fires in the Irkutsk region for the period of the fire season 2022]. Available at: <https://irkobl.ru/sites/alh/OhranalZaschita/Deyatelnost/OhranaOtPojar/2021/> (accessed 13.04.2022).
- [25] Korshunov N.A., Savchenkova V.A., Perminov A.V., Konyushenkov M.E. *Perspektivnye napravleniya primeneniya bespilotnykh aviatsionnykh sistem v lesnom komplekse* [Perspective directions for the use of unmanned aerial systems in the forest complex]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2022, no. 2, pp. 34–46. DOI 10.24419/LHI.2304-308z.2022.2.03

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

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 Department of Forest cultures, breeding and Dendrology, BMSTU (Mytishchi branch) v9651658826@yandex.ru

Perminov Anatoly 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

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

Received 28.12.2022.

Approved after review 30.03.2023.

Accepted for publication 14.06.2023.

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