

Научная статья

УДК 630.629.7.051

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.03

Перспективные направления применения беспилотных авиационных систем в лесном комплексе

Николай Александрович Коршунов¹

кандидат сельскохозяйственных наук

Вера Александровна Савченкова²

доктор сельскохозяйственных наук

Анатолий Викторович Перминов³

соискатель

Михаил Евгеньевич Конюшенков⁴

соискатель

Аннотация. Решение задач в области охраны и защиты лесов можно обеспечить путем масштабного внедрения в практику новых технических решений на основе беспилотных авиационных систем. Потребность отрасли в портативных беспилотных комплексах оценивается на уровне не менее 3,5 тыс. Применение беспилотных авиационных систем малых классов успешно, но для решения задач на больших по площади территориях их возможности ограничены. Целесообразно использовать средне- и крупногабаритные беспилотные авиационные системы самолетного и вертолетного типов с большими радиусами действия, лучшими показателями производительности по площади мониторинга и экономической эффективности. Целевые беспилотные авиационные системы, а также услуги на их основе можно успешно использовать как качественное дополнение к действующей системе охраны и защиты лесов Российской Федерации, особенно на удаленных и труднодоступных территориях.

Ключевые слова: охрана и защита лесов, мониторинг, беспилотные авиационные системы

Для цитирования: Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Конюшенков 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.

¹ Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, начальник отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), letnab21@yandex.ru

² Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, главный научный сотрудник отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация); Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор (Мытищи, Московская обл., Российская Федерация), v9651658826@yandex.ru

³ Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, старший научный сотрудник отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), avperminov@mail.ru

⁴ Центр развития приоритетных беспилотных технологий в лесной отрасли Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, заместитель заведующего отдела лесной пирологии и охраны лесов от пожаров (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), 4x4drive@mail.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.03

Promising Areas of Application of Unmanned Aircraft Systems in the Forest Complex

Nikolay A. Korshunov¹

Candidate of Agricultural Sciences

Vera A. Savchenkova²

Doctor of Agricultural Sciences

Anatoly V. Perminov³

Applicant

Mikhail E. Konyushenkov⁴

Applicant

Annotation. The solution of industry problems is possible through the large-scale introduction into practice of new technical solutions based on unmanned aircraft systems. The need for portable unmanned complexes in the industry is estimated at least 3.5 thousand. The use of unmanned aircraft systems of small classes is successful, but it is limited for solving problems on large areas and radii. It is advisable to use medium-sized and large-sized unmanned aircraft systems of aircraft and helicopter types, with large radii, better indicators of area productivity and economic efficiency. Targeted unmanned aircraft systems and services based on them can be successfully used as a qualitative addition to the current forest protection system of the Russian Federation, especially in remote and hard-to-reach territories.

Key words: forest protection, monitoring, unmanned aircraft systems

For citation: Korshunov N., Savchenkova V., Perminov A., Konyushenkov M. Promising Areas of Application of Unmanned Aircraft Systems in the Forest Complex // Forestry information. 2022. № 2. P. 34–46. DOI 10.24419 / LHI.2304-3083.2022.2.03

¹ Center for the Development of Priority Unmanned Technologies in the Forest Industry of the Russian Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization, Head of the Department of Forest Pyrology and Forest Protection from Fires (Pushkino, Moscow Region, Russian Federation), letnab21@yandex.ru

² Center for Development of Priority Unmanned Technologies in Forestry of the Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Chief Scientific Officer Department of Forest Pyrology and Forest Fire Protection (Pushkino, Moscow region, Russian Federation); Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University, Professor (Mytishchi, Moscow region, Russian Federation), v9651658826@yandex.ru

³ Center for Development of Priority Unmanned Technologies in Forestry of the Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Senior Researcher Department of Forest Pyrology and Forest Fire Protection (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), avperminov@mail.ru

⁴ Center for Development of Priority Unmanned Technologies in Forestry of the Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Deputy Chief Department of Forest Pyrology and Forest Fire Protection (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), 4x4drive@mail.ru

Введение

Охрану и защиту лесов Российской Федерации невозможно осуществлять без применения авиации, что обусловлено географическими особенностями страны. Годовая нормативная потребность в авиационных работах – 80–100 тыс. летных часов с использованием до 400 воздушных судов. Однако фактический объем применения пилотируемой авиации в настоящее время составляет 40–45 тыс. летных часов на 300 воздушных судах, что делает лесное хозяйство крупнейшим государственным потребителем авиауслуг в стране. Таким образом, наблюдается острый дефицит летного времени, что негативно влияет на эффективность национальной системы борьбы с лесными пожарами, защиты лесов от болезней, незаконных рубок, учета и оценки экологических последствий.

Комплексный ущерб от лесных пожаров обходится бюджету Российской Федерации в сотни миллиардов рублей. Более того, лесные пожары наносят большой экологический и социальный урон.

Ежегодная потребность в ресурсах для осуществления эффективной охраны лесов от пожаров оценивается на уровне 60–100 тыс. чел. и до 30 тыс. единиц специальной техники. В условиях высокой горимости лесов в некоторых регионах могут ежедневно одновременно действовать более 100–150 лесных пожаров. Лесопожарный мониторинг обеспечивает выявление новых очагов возгорания, куда с ликвидированных пожаров оперативно направляют освободившихся людей и технику, что вызывает переутомление работников. Это требует умения заблаговременно планировать работы по обнаружению и тушению лесных пожаров, концентрации значительных сил, организаторского искусства, больших финансовых затрат.

В последние годы сформировалась устойчивая положительная тенденция увеличения ежегодного объема финансирования авиационных работ в среднем на 5–8 % за счет разных источников. В настоящее время ежегодные затраты на привлечение авиации в лесной отрасли находятся на уровне 6–7 млрд руб.

С учетом итогов пожароопасного сезона 2021 г. и поручений Президента и Правительства Российской Федерации в 2022–2024 гг. [1–3] планируется увеличить финансирование затрат на услуги по привлечению авиации для охраны и защиты лесов на 3,2 млрд руб. ежегодно. Следовательно, с 2022 г. ожидается рост объемов летного времени на 30 %.

Однако даже такое увеличение не позволит достичь нормативных значений объема авиационных работ по охране и защите лесов и комплексно решить отраслевые проблемы. Это можно осуществить только путем масштабного внедрения в практику новых технологичных решений на основе системного использования пилотируемых и перспективных опционально пилотируемых беспилотных авиационных систем (БАС) малых, средних и тяжелых классов, которые способны решать часть классических сложных лесных задач более эффективно и безопасно по сравнению с пилотируемыми воздушными судами, на новом качественном уровне и при существенном снижении финансовых затрат. Данный подход позволит быстрее достичь нормативных параметров, необходимых для повышения эффективности мероприятий в отрасли в целом.

Объектом исследования являются проблемные вопросы лесных отношений и оценка перспектив применения беспилотных воздушных судов для решения задач лесного комплекса.

Цель работы заключается в определении пригодности БАС для решения задач лесного комплекса:

- роли и места БАС, в том числе БАС с большой продолжительностью полета;
- перспективных направлений разработки новых методов и технологий;
- приоритетных сценариев применения беспилотной авиационной системы.

Методы и материалы

В ходе работ проведены теоретические и экспериментальные исследования по применению БАС в различных целях. В качестве исходных

данных использованы научные публикации, методики, нормативные правовые акты в области лесного законодательства Российской Федерации и зарубежных стран, ведомственная отчетность, статистическая отчетность, размещаемая в открытых источниках, мнение экспертов.

Областью применения результатов исследования является использование, охрана, защита и воспроизводство лесов, в том числе мониторинг использования лесов, лесоучетные работы, контрольно-надзорная деятельность.

Результаты и обсуждение

Опыт эксплуатации малых беспилотных летательных аппаратов (БЛА) с 2006 г. показал, что они чрезвычайно полезны для информирования сил пожаротушения на крупных лесных пожарах, а также использования в режиме наблюдения за наземными силами и лесничествами при лесопожарном мониторинге. В авиационной охране лесов затраты на оснащение мобильных групп десантников-пожарных компактными беспилотниками окупаются в течение одного пожароопасного сезона, при массовом внедрении это дает возможность сэкономить 5–10 % летного времени самолетов.

Доступность малых БЛА на рынке позволяет разработать новые инструментальные методы таксации лесных насаждений, осуществления контрольно-надзорных функций за использованием и воспроизводством лесов, в том числе противодействия незаконной деятельности в лесах работниками лесничеств и государственными инспекторами.

На начало 2021 г. в лесной отрасли эксплуатировалось около 200 беспилотных комплексов. Так, в Московской обл. имеется 50 портативных мультикоптеров (разработчик DJI, Китай), которые в 2020 г. применяли более 1 000 раз. В 2020 г. в Ямало-Ненецком автономном округе 2 самолета «Орлан» (взлетная масса – 18 кг, время полета – более 10 ч, разработчик «СТЦ», Россия), принадлежащие региональному учреждению «ЯмалСпас», для нужд лесной отрасли налетали

около 300 ч, а в 2021 г. 4 самолета – около 600 ч. Ожидается, что к середине 2022 г. количество таких комплексов в федеральных и региональных организациях лесной отрасли превысит 500–600 ед.

Потребность в портативных беспилотных комплексах в отрасли специалистами ВНИИЛМ оценивается на уровне не менее 3,5 тыс. шт. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 19.07.2019 № 1605-р «Об утверждении нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации лесопожарными формированиями, пожарной техникой и оборудованием, противопожарным снаряжением и инвентарем, иными средствами предупреждения и тушения лесных пожаров» [4] к 2024 г. только в лесопожарных формированиях планируется эксплуатация 2 тыс. комплексов малых классов, что обусловит ежегодный объем их применения свыше 30 тыс. ч.

С 27 октября 2021 г. в соответствии с приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 29.07.2021 № 608 «Об утверждении Нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации техникой и оборудованием, необходимыми для патрулирования лесов» [5], на 1 штатную единицу государственных лесных инспекторов предусматривается 0,17–0,2 комплекса, т.е. в общей сложности 1,5–2 тыс. комплексов.

Вместе с тем в процессе эксплуатации выявлены и некоторые недостатки использования БАС малых классов. Так, эффективный радиус действия с предоставлением данных в режиме online для мультикоптеров составляет всего 3–5 км, а для малых самолетов – не более 50 км (за редким исключением – до 100 км). Таким образом, производительность малого самолета – не более 100 тыс. га за полет, что часто недостаточно. Для сравнения: патрульный самолет типа Ан-2 имеет эффективный радиус действия 200–250 км от точки старта и его производительность за один вылет превышает 1,5 млн га, т.е. в 15–30 раз больше. Следовательно, применение БАС малых классов для авиационного патрулирования лесов на значительных по размерам площадях невозможно по техническим причинам

и экономически неэффективно. Подобные задачи могут быть выполнены только средне- и крупно-размерными БАС, обладающими значительной бортовой энергетикой, мощными передающими радиосредствами и каналами в комплексе. Это БАС самолетного и вертолетного типов с радиусом действия 100 км и более, а также оснащенные спутниковыми каналами связи с эффективным радиусом полета 500–1 500 км. Увеличенные продолжительность полета и радиусы действия таких летательных аппаратов позволяют достичь оптимальных показателей производительности по площади мониторинга лесов и экономической эффективности.

Механизмы формирования цены летного времени для средне- и крупноразмерных БАС, а также пилотируемых воздушных судов существенно отличаются. Снижение цены зависит от объемов летной работы, при этом коэффициент полезного действия при типовом условном полете для средне- и крупноразмерных беспилотных самолетов может достигать более 90 % (у самолетов пилотируемой авиации – не более 50–80 %). На цену летного времени влияет состав и стоимость полезной нагрузки, но при этом применение БАС позволяет за один полет решить сразу несколько задач, например: осуществлять лесопожарный мониторинг, лесной надзор, мониторинг лесовосстановления. Решение проблем лесного комплекса с помощью БАС является принципиально новым технологическим уровнем.

На текущий момент основным препятствием для перехода к новому технологическому подходу является авиационное законодательство. Любые БАС массой свыше 30 кг должны получать сертификат типа воздушного судна (ВС). В настоящее время процедуры сертификации БАС Минтрансом России не разработаны. По состоянию на 1 марта 2021 г., в Росавиацию поданы 2 заявки на сертификацию: ВРТ 300 – от холдинга «Вертолеты России», БАС «Орион» – от АО «Кронштадт». Необходимо ускорить решение данного вопроса.

Сейчас в гражданском воздушном пространстве России полеты средне- и крупноразмерных БАС возможны только в опытно-экспериментальном режиме, имеется успешный опыт применения

данного механизма органами Управления воздушным движением. Это позволяет локально преодолеть проблему полетов БАС, не имеющих сертификат типа ВС [6].

Одним из правовых препятствий является требование приказа Минприроды России от 15.11.2016 № 597 «Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов» [7] о необходимости наличия летчика-наблюдателя на борту патрульного воздушного судна. При этом, согласно требованиям Воздушного кодекса Российской Федерации [8], Федеральных авиационных правил, БАС отнесены к беспилотным воздушным судам [9]. Это не позволяет оплачивать полеты БАС по патрулированию лесов за счет средств субвенций, предоставляемых регионам из федерального бюджета, так как данные полеты, как правило, проходят без летчиков-наблюдателей. Вместе с тем имеется поручение Правительства Российской Федерации о том, чтобы исключить данное ограничение, ожидаются изменения данного нормативного акта к середине 2022 г. [1].

Целесообразно разработать алгоритмы совместного применения БАС и пилотируемых воздушных судов в воздушном пространстве при осуществлении мероприятий по охране и защите лесов, которые пока отсутствуют. Вероятно, данный вопрос получит положительное решение в ближайшее время в ходе реализации мероприятий Концепции интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации и плана реализации Концепции интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 05.10.2021 № 2806-р [10]. Похожие правовые проблемы уже решены в странах Европы, США, Канаде, Турции и Казахстане.

Потребности и мероприятия по созданию и внедрению новых технологических решений для выполнения задач лесного хозяйства с применением беспилотных авиационных комплексов

предусмотрены в документах стратегического планирования, в частности:

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642) [11]. Пункты 20а и 20ж: «Приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые обеспечат: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук».

2. Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года (утверждены распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.09.2013 № 1724-р) [12]. Раздел IV пункт 10д и 10з, раздел V, пункты 16а, 16б, 16в, 16г: «При решении задач повышения эффективности охраны лесов от пожаров, защиты лесов от вредителей, болезней и других неблагоприятных факторов, а также от незаконных рубок предусматривается: совершенствование системы предупреждения, обнаружения и тушения лесных пожаров, а также ликвидации их последствий; развитие системы наземного, авиационного и космического мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров посредством использования новых дистанционных средств и инновационных информационных технологий; техническое переоснащение специализированных лесопожарных организаций; развитие системы межведомственного взаимодействия при тушении лесных пожаров, маневрирования лесопожарных формирований».

3. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской

Федерации от 11.02.2021 № 312-р) [13]. Глава III. Основные направления развития лесного комплекса, раздел 1: «Целевое видение лесного комплекса: развитие кадрового, технологического и научного потенциала; своевременное проведение лесоустроительных работ; обеспечение достоверной актуальной информацией о лесных ресурсах в интенсивной (перспективной) зоне освоения лесов; технологическое обновление и модернизация материально-технической базы использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, лесопромышленных производств с использованием наилучших доступных технологий». Глава VIII. Обеспечение реализации Стратегии: «Научно-техническая модернизация лесного хозяйства на основе научных достижений и подготовка кадров. Разработка комплексной программы научных исследований по лесам с участием Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Федерального агентства лесного хозяйства и Российской академии наук обеспечит достижение целей Стратегии. Основные направления комплексной программы научных исследований: механизация, беспилотные летательные аппараты, цифровые «прорывные технологии» и робототехника, дистанционные методы мониторинга; адаптация к изменениям климата; таксация и лесоустройство».

В настоящее время в России разработан ряд перспективных платформ БАС с развитыми полезными нагрузками, но главная проблема заключается в том, что отсутствует полный спектр необходимых технологий для решения конкретных задач лесного хозяйства.

В соответствии с выбранными перспективными направлениями (таблица) необходимо создать и внедрить новые технологии и методы:

1. Мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров – патрулирование лесов на площади 400 млн га в течение пожароопасного сезона.

2. Авиационное тушение лесных пожаров (воздушная атака) – круглосуточное применение.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БАС В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

НАПРАВЛЕНИЕ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА	ПЕРСПЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ	КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИИ	БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИОННАЯ СИСТЕМА
Охрана лесов от пожаров	Мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров	Регулярное авиатрулирование лесов в ближней зоне 100–150 км с низкими удельными затратами	Обеспечение работы online каналов видеосвязи на дистанциях более 100 км от пункта управления. Аппаратно-программные средства автоматического обнаружения и идентификации лесных пожаров	БАС малых и средних классов самолетного типа с продолжительностью полетов 6–10 ч и более и с эффективными радиусом действия 100–150 км
Охрана лесов от пожаров	Авиационное тушение лесных пожаров в сложных условиях, в темное время суток Потребность: более 1 тыс. «сложных» пожаров ежегодно; пожары, возникшие в лесах, загрязненных радионуклидами	Проведение воздушных барьеров из огне-противопожарных веществ при тушении крупных лесных пожаров в темное время суток и в условиях задымления, круглосуточно (впервые)	Технологии и средства проведения прямой или косвенной атаки на кромку природного пожара беспилотным воздушным судном Полеты на высотах 15–50 м над объектами (деревьями, микровозвышениями рельефа) в условиях задымления местности и в темное время суток Для вертолетов возможность действовать с полевых оперативных точек, приближенных к району действия крупного лесного пожара, круглосуточно Перспективные отечественные огнетушащие и огнезадерживающие вещества (составы)	БАС тяжелых классов вертолетного типа грузоподъемностью более 1–1,5 Т, опционально пилотируемые вертолеты и самолеты-танкеры
Охрана лесов от пожаров	Информационное обеспечение команд пожаротушения на крупных лесных пожарах Потребность: более 2 тыс. крупных лесных пожаров ежегодно	Разведка крупного лесного пожара, в том числе в темное время и в условиях задымления (впервые) Обеспечение радио- и электронной связью команд тушения в труднодоступных местах (впервые) Координация действий подразделений на крупном пожаре, в том числе как подсистема ведомственных АСУ (впервые) Оперативная инструментальная оценка ущерба лесам от пожаров (впервые)	Способы проведения инструментальной разведки пожара с применением оптического, инфракрасного каналов Обеспечение подразделений на крупном лесном пожаре эффективной радио- и электронной связью в отдаленных и труднодоступных районах Технологии экспресс-картирования района пожара Автоматизированная система управления силами и средствами пожаротушения, интегрированная в ИСДМ-Рослесхоз Способы проведения инструментальной оценки ущерба от пожара с применением оптического, инфракрасного каналов, мультиспектральной и гиперспектральной съемки, радарной и лидарной съемки Технологии машинного экспресс-дешифрования данных оперативной инструментальной съемки Алгоритмы машинного обучения по выявлению вида и состава ущерба на основе дешифрирования данных различных видов съемки	БАС малых и средних классов с продолжительностью полетов 6–10 ч и более с эффективным радиусом действия 100–150 км БАС тяжёлых классов

Охрана лесов от пожаров	Логистическое обеспечение – доставка малообъемных грузов лесопожарным командам на пожарах, экспедициям	Оперативная доставка малообъемных грузов лесопожарным командам на пожарах, экспедициям и лесничествам в отдаленные и труднодоступные районы (впервые)	Технологии доставки малообъемных грузов беспилотным воздушным судном на расстоянии 150 км и более на неподготовленные площадки в лесу	БАС средних классов вертолётного типа грузоподъемностью более 50–100 кг, опционально пилотируемые вертолеты Беспилотные планирующие средства (глайдеры)
Охрана лесов от пожаров	Сдерживание развития лесных пожаров в отдаленных районах – в «зонах контроля лесных пожаров» Потребность: около 350–500 млн га лесов в «зонах контроля лесных пожаров» ежегодно	Регулярное авиатроулирование лесов в «зонах контроля лесных пожаров» (впервые) Технологии проведения воздушных атак и создания противопожарных барьеров из огнезадерживающих веществ (составов) для остановки обнаруженных пожаров в «зонах контроля лесных пожаров» (впервые)	Обеспечение работы online каналов видеосвязи по каналам спутниковой связи. Аппаратно-программные средства автоматического обнаружения и идентификации лесных пожаров	БАС тяжёлых классов самолетного типа с эффективными радиусом действия 500–1 500 км от пункта управления и продолжительностью полетов более 24 ч БАС тяжёлых классов грузоподъемностью более 1–1,5 т Самолеты-танкеры тяжелого класса Беспилотные планирующие средства (глайдеры)
Лесной надзор	Противодействие нелегальной деятельности в лесах Потребность: 200 млн га лесных участков, находящихся в лесопользовании, в том числе 180 млн га для заготовки Древесины, ежегодно	Регулярное инспектирование мест проведения рубок, пунктов транспортировки продукции, иных хозяйственных мероприятий в лесах (впервые)	Технологии оперативного выявления изменений на землях лесного фонда с использованием машинного интеллекта Технологии машинного экспресс-дешифрования данных оперативной инструментальной съемки Алгоритмы машинного обучения по выявлению повреждений лесов на основе дешифрирования данных различных видов съемки	БАС средних и тяжёлых классов с высокой площадью проведения аэросъемки
Лесозащита	Мониторинг санитарного состояния лесов Потребность: 20 млн га лесных участков ежегодно	Технологии выявления участков лесов с признаками заболеланий и повреждений насекомыми-вредителями на ранних стадиях (впервые)	Технологии выявления участков насаждений, поврежденных насекомыми-вредителями на уровне менее 30 %, в том числе с применением машинного интеллекта Технологии машинного экспресс-дешифрования данных оперативной инструментальной съемки Алгоритмы машинного обучения по выявлению повреждений лесов на основе дешифрирования данных различных видов съемки	БАС малых, средних и тяжёлых классов

Окончание табл.

НАПРАВЛЕНИЕ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА	ПЕРСПЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ	Ключевые параметры технологии	Беспилотная авиационная система
Лесозащита	Проведение профилактических и истребительных мероприятий Потребность: 1–2 млн га лесных участков ежегодно	Ультрамалобъемное опрыскивание биологическими и химическими препаратами с воздушных судов круглосуточно (впервые) Расселение энтомофагов с авиационных средств (впервые)	Технологии автоматизированного ультрамалобъемного опрыскивания биологическими и химическими препаратами, расселение энтомофагов с беспилотных воздушных судов на сверхнизких высотах (менее 20 м над кронами деревьев при сложном рельефе местности) круглосуточно	БАС средних и тяжелых классов вертолётного типа, опционально пилотируемые вертолеты
Лесовосстановление	Мониторинг лесовосстановления Потребность: 5–8 млн га ежегодно, 30 тыс. участков лесных культур	Периодическое проведение оперативной инструментальной оценки результатов лесовосстановления, жизнеспособности культур (впервые)	Технологии оценки жизнеспособности лесных культур, состояния лесов дистанционными методами с применением машинного интеллекта	БАС средних и тяжелых классов
Лесовосстановление	Лесовосстановление в труднодоступных районах Потребность: участки для восстановления площадью около 35 млн га	Авиационные технологии лесовосстановления (аэросев, посадка саженцев) в труднодоступных и отдалённых районах, на гарях и безлесных участках (впервые)	Технологии аэросева, посадки саженцев с применением беспилотных воздушных судов и наземных роботизированных средств в труднодоступных районах	БАС средних и тяжелых классов вертолётного типа

3. Информационное обеспечение команд пожаротушения на крупных лесных пожарах – более 1 тыс. «сложных» пожаров в год.

4. Логистическое обеспечение – доставка малообъемных грузов лесопожарным командам на пожарах, экспедициям круглосуточно.

5. Сдерживание развития лесных пожаров в «зонах контроля лесных пожаров» – патрулирование лесов на 500 млн га и тушение отдельных пожаров с применением специальных авиационных средств.

6. Противодействие нелегальной деятельности в лесах – инспектирование 200 млн га участков лесопользователей ежегодно.

7. Раннее выявление болезней и вредителей в лесах – аэрофотосъемка на 20 млн га лесных участков ежегодно.

8. Проведение санитарных профилактических и истребительных мероприятий в лесах – распыление биологических и химических препаратов, расселение энтомофагов на 1–2 млн га лесных участков ежегодно.

9. Мониторинг лесовосстановления – аэрофотосъемка 30 тыс. участков лесных культур ежегодно.

10. Авиационные технологии лесовосстановления в труднодоступных районах.

В целях эффективного решения задач в области лесных отношений, а также реализации соответствующих переданных полномочий, специалистами ВНИИЛМ совместно с компаниями-разработчиками БАС подготовлены сценарии применения БАС по выбранным направлениям. В сценариях приведены необходимое оснащение и лесоводственные параметры, достоверность которых позволит достичь поставленных целей.

Для решения разнообразных задач лесного комплекса необходима адаптация целевых нагрузок перспективных отечественных БАС и методик их применения, в том числе путем проведения краткосрочных целевых НИР и ОКР совместно с производителями БАС и научными, производственными организациями лесного комплекса.

При своевременном создании и массовом внедрении системы перспективных крупноразмерных БАС к 2028–2030 гг. в лесном комплексе

ежегодный объем летного времени воздушных судов на авиалесоохранные работы может возрасти до 60–75 тыс. ч, что позволит приблизиться к нормативным потребностям национальной системы охраны и защиты лесов, из них на долю средне- и крупноразмерных БАС будет приходиться 20–35 % – до 30 тыс. летных часов в год (без учета времени работы БАС малых классов).

Заключение

Большая продолжительность полета самолетов, разнообразное высокотехнологическое оборудование в совокупности с элементами искусственного интеллекта, способность беспилотных авиационных систем безопасно действовать на средних, малых и сверхнизких высотах в автоматическом режиме позволяет обеспечить эффективное решение многих задач лесного комплекса, недостижимых сегодня для традиционно используемых в отрасли технических средств.

В перспективе средне- и крупноразмерные беспилотные авиационные системы в лесном хозяйстве, услуги на их основе способны занять нишу между пилотируемой авиацией и системами космического мониторинга и при этом стать драйвером роста эффективности лесного комплекса и других отраслей экономики в решении различных государственных задач. Комплексные расходы на выполнение типовых задач в ходе полетов по некоторым типам БАС в 5–8 раз ниже, чем у пилотируемых воздушных судов, что делает возможным и экономически целесообразным их массовое внедрение в лесном комплексе. Периодичность получения детализированной информации высокого разрешения, качество и многообразие данных многоплановой инструментальной съемки (оптико-электронной, мульти- и гиперспектральной, радиолокационной и лидарной), поступивших с БАС, обеспечивают их преимущество по сравнению с данными космических систем мониторинга и возможностями специалистов в ходе наземных обследований участков лесов.

Оперативное получение больших объемов высокоточных данных с высокой периодичностью их обновления в совокупности с применением автоматизированных самообучающихся аналитических систем (например, возможности «нейронных сетей») позволяет уже в краткосрочной перспективе разработать и внедрить новые инновационные продукты и алгоритмы действий, способные радикально решить «сложные» актуальные задачи лесного надзора, охраны и защиты лесов, оценки и учета природных ресурсов. Фактически это новый технологический уровень и набор инновационных решений, которые целесообразно внедрить в лесной комплекс в ближайшее время.

В лесном комплексе необходимо разработать и массово использовать семейства различных многофункциональных и специализированных БАС с адаптированной целевой полезной нагрузкой от 20 до 2 000 кг (в зависимости от типа), что позволит реализовать все поставленные задачи в одном полете, т.е. выполнять максимально

расширенный перечень лесопожарных и лесохозяйственных задач одновременно: обнаружение пожаров, мониторинг санитарного состояния и раннее выявление участков поврежденных лесов, оперативная оценка ущерба лесам, обеспечение радио- и электронной связью наземных подразделений в отдаленных районах, картирование местности, применение специальных средств пожаротушения, доставка грузов в труднодоступные районы экспедициям и лесничествам, осуществление лесного надзора, экологический мониторинг, в том числе загрязнение воздуха.

Данные виды БАС и услуги на их основе могут успешно использоваться как качественное дополнение к действующей системе авиационной охраны и защиты лесов Российской Федерации, особенно на удаленных и труднодоступных территориях, включая районы Арктической зоны. В этой ситуации возможен трансфер технических и организационных достижений для решения задач в других отраслях.

Список источников

1. О решениях по итогам совещания о ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на территории Дальнего Востока. Поручение Правительства Российской Федерации от 07.08.2021.
2. Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам совещания с членами Правительства Российской Федерации от 21.07.2021 № Пр-1425.
3. Перечень поручений по итогам совещания о ситуации с паводками и пожарами в регионах и ходе ликвидации их последствий, утвержденный Президентом Российской Федерации 16.08.2021 № Пр-1464.
4. Об утверждении нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации лесопожарными формированиями, пожарной техникой и оборудованием, противопожарным снаряжением и инвентарем, иными средствами предупреждения и тушения лесных пожаров. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.07.2019 № 1605р.
5. Об утверждении Нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации техникой и оборудованием, необходимыми для патрулирования лесов. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 29.07.2021 № 608.
6. Об использовании государственной и экспериментальной авиации в коммерческих целях. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.1999 № 862.
7. Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов. Приказ Минприроды России от 15.11.2016 № 597.
8. Воздушный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 19.03.1997 № 60-ФЗ.
9. Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138.
10. Концепция интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 05.10.2021 № 2806-р.
11. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642.
12. Об утверждении Основ государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26.09.2013 № 1724-р.
13. Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 312-р.

References

1. O resheniyah po itogam soveshchaniya o likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij na territorii Dal'nego Vostoka. Poruchenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 07.08.2021.
2. Perechen' poruchenij Prezidenta Rossijskoj Federacii po itogam soveshchaniya s chlenami Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 21.07.2021 № Pr-1425.
3. Perechen' poruchenij po itogam soveshchaniya o situacii s pavodkami i pozharami v regionah i hode likvidacii ih posledstvij, utverzhdenyj Prezidentom Rossijskoj Federacii 16.08.2021 № Pr-1464.
4. Ob utverzhdenii normativov obespechennosti sub"ekta Rossijskoj Federacii lesopozharnymi formirovaniyami, pozharnoj tekhniki i oborudovaniem, protivopozharnym snaryazheniem i inventarem, inymi sredstvami preduprezhdeniya i tusheniya lesnyh pozharov. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 19.07.2019 № 1605r.

5. Об утверждении Normativov obespechennosti sub"ekta Rossijskoj Federacii tekhnikoj i oborudovaniem, neobhodimymi dlya patrulirovaniya lesov. Prikaz Federal'nogo agentstva lesnogo hozyajstva ot 29.07.2021 № 608.
6. Об ispol'zovanii gosudarstvennoj i eksperimental'noj aviacii v kommercheskih celyah. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 30.07.1999 № 862.
7. Об утверждении Poryadka organizacii i vypolneniya aviacionnyh rabot po ohrane lesov ot pozharov i Poryadka organizacii i vypolneniya aviacionnyh rabot po zashchite lesov. Prikaz Minprirody Rossii ot 15.11.2016 № 597.
8. Vozdushnyj kodeks Rossijskoj Federacii. Federal'nyj zakon ot 19.03.1997 № 60-FZ.
9. Об утверждении Federal'nyh pravil ispol'zovaniya vozdushnogo prostranstva Rossijskoj Federacii. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 11.03.2010 № 138.
10. Koncepcija integracii bespilotnyh vozdushnyh sudov v edinoe vozdushnoe prostranstvo Rossijskoj Federacii. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 05.10.2021 № 2806-r.
11. O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 01.12.2016 № 642.
12. Об утверждении Osnov gosudarstvennoj politiki v oblasti ispol'zovaniya, ohrany, zashchity i vosproizvodstva lesov v Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 26.09.2013 № 1724-r.
13. Об утверждении Strategii razvitiya lesnogo kompleksa Rossijskoj Federacii do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 11.02.2021 № 312-r.