

ОХРАНА ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ (НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ)/LABOR PROTECTION, INDUSTRIAL SAFETY, SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS (SUBSOIL USE)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73>

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Научная статья

Седов Д.В.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0001-8234-3810;

¹ Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (sedov_irk[at]list.ru)

Аннотация

Лесные пожары представляют серьезную угрозу экономике государства и природной экосистеме, поэтому эффективное расследование данных происшествий является критически важным. Расследование лесных пожаров затруднено из-за обширной площади поражения. В статье предлагается решение этой проблемы путем использования данных геоинформационной системы дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз». Целью исследования является изучение возможностей системы «ИСДМ-Рослесхоз» при расследовании лесных пожаров на примере территории Республики Саха (Якутия). При проведении исследования использовался логический метод сравнительного анализа архивных данных, полученных из системы «ИСДМ-Рослесхоз». Дополнительно использовались геоинформационные сервисы «Google Earth Pro» и «Land Viewer». При проведении исследования применялся ретроспективный анализ данных, направленный на изучение событий, процессов или данных, собранных во время исследования с целью выявления причинно-следственных связей, закономерностей или оценки последствий. Для установления места начала горения и его динамики производилось сравнение архивных снимков до и после пожара. Работа будет полезна для специалистов, работающих в области расследования и экспертизы лесных пожаров.

Ключевые слова: космический мониторинг, информационная система дистанционного мониторинга, лесные пожары, природные пожары, расследование пожаров, пожарная безопасность, расследование и экспертиза пожаров.

ON THE POSSIBILITIES OF GEOINFORMATION SYSTEM OF REMOTE MONITORING IN THE INVESTIGATION OF FOREST FIRES ON THE EXAMPLE OF THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Research article

Sedov D.V.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0001-8234-3810;

¹ Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Zheleznogorsk, Russian Federation

* Corresponding author (sedov_irk[at]list.ru)

Abstract

Forest fires pose a serious threat to the state's economy and natural ecosystem, so effective investigation of these incidents is critical. Investigation of forest fires is difficult due to the vast area affected. The article proposes a solution to this problem by using data from the geoinformation system of remote monitoring "ISDM-Rosleskhoz". The aim of the research is to study the capabilities of the system "ISDM-Rosleskhoz" in the investigation of forest fires on the example of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia). The research used a logical method of comparative analysis of archival data obtained from the "ISDM-Rosleskhoz" system. Additionally, the geoinformation services "Google Earth Pro" and "Land Viewer" were used. Retrospective data analysis was used in the research to examine events, processes, or data collected during the study to identify cause-and-effect relationships, patterns, or to evaluate consequences. Archival images from before and after the fire were compared to establish the location of the burn initiation and its dynamics. The work will be useful for specialists working in the field of forest fire investigation and expertise.

Keywords: space monitoring, remote monitoring information system, forest fires, natural fires, fire investigation, fire safety, investigation and expertise.

Введение

1.1. Актуальность темы исследования

Расследование лесных пожаров в России является важной и актуальной задачей, затрагивает экологические, экономические, социальные и политические аспекты жизни страны. Лесные пожары наносят значительный ущерб лесному фонду, сельскому хозяйству, туризму, биоразнообразию, уничтожая уникальные экосистемы, редкие виды растений и животных, приводя к эрозии почв, изменению водного баланса и снижению качества воздуха. Прозрачность и объективность расследования лесных пожаров является залогом повышения ответственности за их предотвращение. Вместе с тем при расследовании лесных пожаров возникают серьезные проблемы, которые в первую очередь связаны со сложностями получения и анализа данных с обширных и труднодоступных территорий [1], [2]. В

условиях быстро меняющейся обстановки оперативное получение достоверных данных практически невозможно. Проверка информации о лесопожарной обстановке, поступающей от различных источников, также проблематична.

Перспективным направлением, которое позволяет решить большинство указанных проблем, является применение при расследовании лесных пожаров систем спутникового дистанционного мониторинга. В условиях обширной территории спутниковые методы способны обеспечить получение более полной информации о лесопожарной обстановке [3], [4]. Специалисты приходят к выводу о том, что съемка пожара на значительных площадях (в сотни гектар) без применения летательных аппаратов невозможна [5], [6]. Спутниковые системы мониторинга позволяют получать оперативную информацию о границах очаговой зоны, о пройденных огнем площадях, отслеживать динамику пожара [7], [8]. Данные системы повышают достоверность данных для оценки ущерба и других последствий лесных пожаров [9], [10]. Кроме того, применение данных систем значительно облегчает работу лесничеств [11]. Системы спутникового мониторинга могут оказать значительную помощь в установлении причин пожаров [12], [10], а также проводить ретроспективный анализ обстановки [4], [13].

В последнее десятилетие был принят ряд нормативных актов, регулирующих использование систем спутникового мониторинга лесных пожаров [14], [15], [16], [17]. Тем самым в настоящее время формируется нормативно-правовая база, регулирующая применение систем спутникового мониторинга, в том числе и при расследовании лесных пожаров. Кроме того, на современном этапе существуют технологические возможности применения систем спутникового мониторинга при расследовании лесных пожаров. Реализована система автоматизированного массового картографирования площадей пожаров, которая позволяет оценивать не только очаги горения, но и повреждения лесов [1], [2]. Имеется возможность прогнозирования развития пожаров (ведется ежегодная актуализация картографической информации). Кроме того, в настоящее время производится непосредственное практическое применение подобных систем. Система «ИСДМ-Рослесхоз» является комплексной системой федерального уровня для принятия управленческих решений в области охраны лесов от пожаров [13]. Система позволяет оценивать потери лесных ресурсов, позволяет работать с данными высокого пространственного разрешения [18].

В этой связи для своевременного выявления причин лесных пожаров, установления виновных лиц и закрепления криминалистических следов на месте происшествия представляется весьма важным и актуальным применение специальных методик расследования лесных пожаров, прежде всего, с использованием современных систем спутникового мониторинга.

Целью настоящего исследования является изучение возможностей геоинформационной системы дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз» при расследовании лесных пожаров на примере территории Республики Саха (Якутия).

Задачи исследования:

- рассмотреть актуальность применения систем спутникового мониторинга при расследовании лесных пожаров;
- рассмотреть степень разработанности данной проблематики в научно-исследовательском пространстве;
- обозначить применяемые методы исследования;
- зафиксировать и проанализировать полученные результаты;
- сформулировать основные выводы, полученные в ходе исследования.

1.2. Степень научной разработанности проблематики

В научной литературе представлено обширное количество прикладных исследований, посвященных различным аспектам расследования лесных пожаров, что свидетельствует об активной проработке данной проблематики. Многие авторы отмечают неэффективность современных методов расследования пожаров. В работе [19] Г. А. Скрипко, А. Н. Федоров, Л. Л. Михайлова анализируют причины низкой раскрываемости преступлений, связанных с лесными пожарами. При этом многие исследователи указывают на необходимость применения при расследовании современных систем мониторинга. М. Н. Пугачев, А. С. Горбунов, А. А. Богданов, Ю. Н. Коваль в работе [20] рассматривают практические аспекты использования современных систем наблюдения в экспертизе лесных пожаров. В работах М. А. Васильевой, К. В. Степаногина, А. В. Богданова [11], [21], [22] рассматриваются аспекты применения систем дистанционного мониторинга в расследовании различных экологических преступлений, в том числе для выявления нарушений лесного законодательства. В работах Р. О. Морозова, О. П. Грибунова [23], [24], [25] анализируются вопросы тактики применения систем спутникового мониторинга при расследовании случаев уничтожения или повреждения лесных насаждений, а также возможности использования результатов дистанционного мониторинга при расследовании лесных пожаров. С. А. Барталевым, Д. В. Ершовым, Г. Н. Коровиным, Р. В. Котельниковым, Е. А. Лупян, В. Е. Щетинским [26], [27] проведены исследования о применении в системе мониторинга лесных пожаров информации, получаемой с помощью прибора MODIS.

Многие исследователи отмечают, что информация, получаемая с помощью спутниковых систем, способствует более эффективному расследованию лесных пожаров, что обуславливает необходимость разработки конкретных практических алгоритмов их использования [25]. Многие ученые отмечают необходимость задействования спутниковой дистанционной системы мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз» [24], [26], [28].

Методология исследования

Основной метод, который применялся в настоящем исследовании, состоит в практическом применении возможностей системы «ИСДМ-Рослесхоз» в процессе расследования лесных пожаров на примере региона Республика Саха (Якутия). При проведении исследования применялся сравнительный анализ данных, полученных из информационной системы дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз». Для установления области очага пожара и последующего распространения лесного пожара производилось сравнение архивных спутниковых снимков, при этом дополнительно использовались геоинформационные сервисы «Google Earth Pro» и «Land Viewer».

Информационная система дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз» используется ФГУ «Авиалесохрана» Федерального агентства лесного хозяйства для поддержки управленческих решений по обнаружению, учету и

тушению лесных пожаров на неохраемых и эпизодически охраняемых авиацией территориях лесного фонда. Система является одной из крупнейших в мире, сопоставимой по уровню решаемых задач с системами США и Канады [28]. Информационная система дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз» обладает возможностью детектирования «горячих точек», которое, согласно [29], производится автоматически в спутниковых данных, полученных при каждом сеансе приема данных. С помощью системы «ИСДМ-Рослесхоз» можно получать спутниковые снимки высокого разрешения, использовать встроенные фильтры, позволяющие настроить цветопередачу и выявить границы лесного пожара. Картографический web-интерфейс системы «ИСДМ-Рослесхоз» для работы со спутниковыми данными и результатами их обработки позволяет проводить поиск данных в архивах, выборку данных по произвольному региону за заданный период времени, а также анализ информации высокого разрешения совместно с информацией других информационных систем. Интерфейс также может отображать разнородную картографическую информацию из различных источников и обеспечивать удобный вызов информации о различных объектах.

Геоинформационный сервис «Google Earth Pro» [30] применяет 3D-картографию, позволяет визуализировать (создавать фото и видео), импортировать, экспортировать и анализировать данные (измерять расстояния, площади, высоту объектов), а также создавать различные карты (с добавлением легенд, HTML, указателей направления, шкал и названий).

Геоинформационный сервис «Land Viewer» [31], интегрированный в платформу «EOS» (Earth Observing System), позволяет получать спутниковые снимки высокого разрешения, имеет встроенные фильтры для настройки цветопередачи и выявления границ гари природных пожаров, имеет возможность экспорта данных и их переноса в сервис «Google Earth Pro».

2.1. Особенности применения системы «ИСДМ-Рослесхоз»

Отметим некоторые особенности работы с системой «ИСДМ-Рослесхоз». В системе аккумулируется информация, как по данным спутникового мониторинга, так и по данным, поступающим от субъектов РФ. Информация представляется в форме сообщения о лесном пожаре (по данным спутникового мониторинга — форма 3-ИСДМ, по данным субъектов РФ — форма 3-ИСДМ-ЛО). Форма 3-ИСДМ содержит детальную информацию об обнаружении пожара (координаты точки регистрации, привязка к населенному пункту, дата и время наблюдения). Каждому сообщению присваивается уникальный номер, по которому можно обнаружить зону пожара. Все обнаруживаемые спутником термические точки подтверждаются (либо не подтверждаются) наземными службами. Спутниковые приборы фиксируют зону тепловыделения, независимо от ее природы, и, если в результате проверки обнаруживается, что источником тепловыделения послужил сопутствующий фактор технологического процесса, плановый отжиг сухой травы или техногенный пожар, то данный случай фиксируется, но не расценивается как природный пожар. Если после проверки наземными службами термическая точка подтверждается в качестве лесного пожара, то в системе «ИСДМ-Рослесхоз» формируется форма 3-ИСДМ-ЛО.

Нередки случаи, когда спутниковые приборы, по тем или иным причинам (плотная облачность, малая площадь пожара и т.п.) не регистрируют термическую точку. В этом случае сведения о лесном пожаре поступают в систему от наземных служб. Факт отсутствия термических точек в зоне пожара не может свидетельствовать о его ликвидации. Это может быть связано с различными причинами: место пожара закрыто облачностью или дымом; время и траектория пролета спутника не позволяют зафиксировать место пожара; неисправность приемной станции или помехи при приеме данных; программная ошибка, в результате которой термическая точка оказалась пропущенной при обработке данных; горение происходит слишком слабо для того, чтобы место пожара могло быть зафиксировано со спутника.

Результаты и обсуждение

Для визуального сравнения данных, получаемых наземными службами, и информации, поступающей от космических систем мониторинга, на примере территории Республики Саха (Якутия) было проведено сопоставление графических данных, которые аккумулируются в информационной системе дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз».

На рисунке 1 представлены графические данные о лесных пожарах на территории Республики Саха (Якутия) в 2015 и 2017 годах. В левой части рисунка обозначены только официально подтвержденные лесные пожары по данным наземных служб (красные треугольники). В правой части к подтвержденным пожарам дополнительно добавлены термические зоны, зарегистрированные спутниковыми приборами (красные точки).

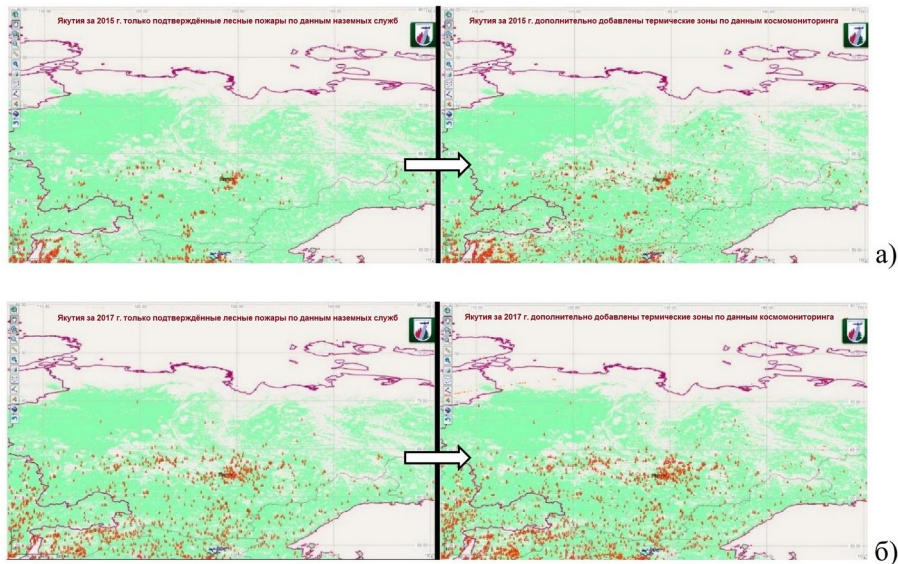


Рисунок 1 - Графические данные о лесных пожарах на территории Республики Саха (Якутия)
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.1>

Примечание: а – данные за 2015 год, б – данные за 2017 год

Сравнительный анализ представленной графической информации показывает, что как в 2015 году (см. рис. 1а), так и в 2017 году (см. рис. 1б) количество фактически зарегистрированных по данным наземных служб лесных пожаров значительно меньше, чем количество термических зон, выявленных спутниковыми приборами. В первую очередь это свидетельствует о более высокой эффективности обнаружения очагов горения с помощью космических систем мониторинга. Вместе с тем может подниматься вопрос о том, почему отдельные зафиксированные спутниковыми приборами термические зоны не были подтверждены наземными службами (термическая точка выявляется, но фактически пожар отсутствовал). Данный вопрос рассмотрен ниже.

Далее детально были проанализированы данные, полученные для северо-восточной части территории Республики Саха (Якутия). На рис. 2 обозначены подтвержденные по данным наземных служб лесные пожары за 2015, а также термические зоны, зарегистрированные спутниковыми системами. Пожары по данным наземных служб обозначены в виде треугольников с красным контуром; термические зоны обозначены прямоугольными или квадратными зонами с красным контуром.

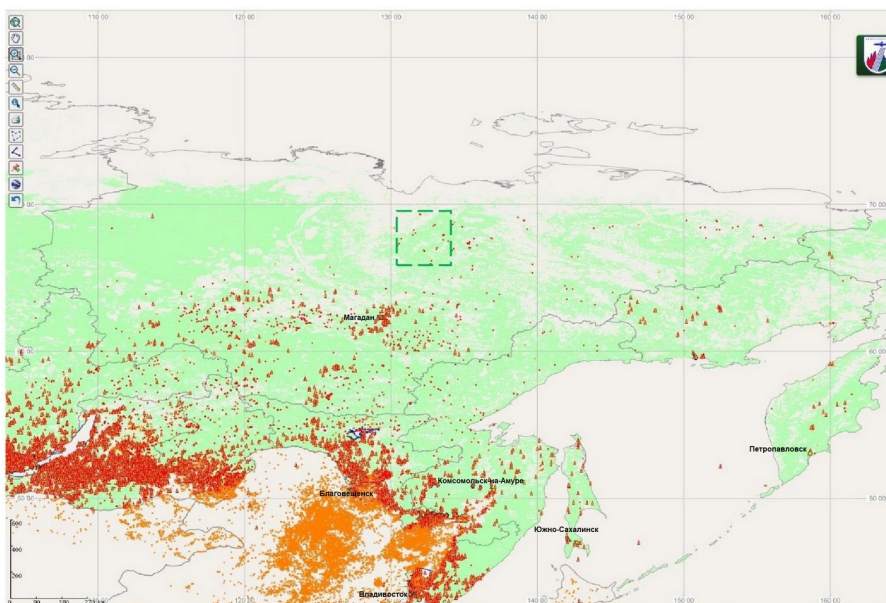


Рисунок 2 - Подтвержденные лесные пожары по данным наземных служб и термические зоны, зарегистрированные спутниковыми системами, на территории Республики Саха (Якутия) за 2015 год
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.2>

Пунктирным квадратом на рисунке обозначена область, где, по данным архива за 2015, год спутниковыми приборами зарегистрировано большое количество термических зон, которые не нашли подтверждения по данным наземных служб. На рис. 3 данный участок территории представлен в более высоком масштабе. Можно отметить, что на указанном участке наблюдается множество термических зон (красные квадратные или прямоугольные контуры), рядом с которыми треугольники с красным контуром отсутствуют. Это означает, что спутниковые приборы регистрировали тепловое излучение, однако наземные службы по тем или иным причинам не подтвердили наличие пожаров в обозначенных зонах. Для того чтобы разобраться в причинах того, почему наземные службы не подтвердили наличие пожара в выявленных термических зонах, был изучен один из наиболее обширных контуров теплового излучения, расположенный на рассматриваемой территории. Указанный контур теплового излучения расположен в пунктирном квадрате. На рис. 4 данный участок показан в более высоком масштабе. На рисунке обозначена группа красных контуров (зоны теплового излучения), имеющих буквенно-цифровое обозначение (к-63, к-67, к-74, к-75, к-85). Контуры сгруппированы на одном участке территории, нумерация имеет последовательность. Предположительно данные события указывают на один крупный лесной пожар.

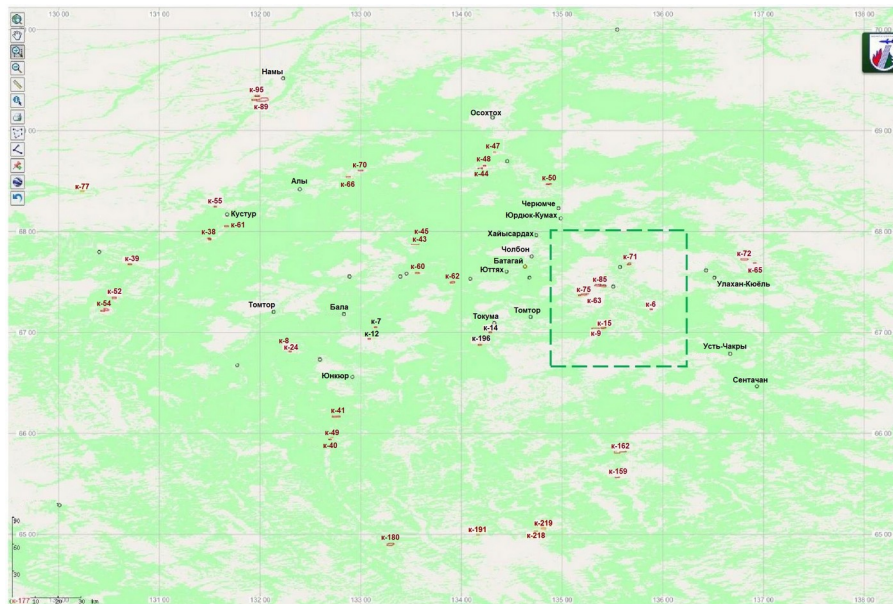


Рисунок 3 - Северо-восточная часть территории Республики Саха (Якутия), где в 2015 году по данным наземных служб лесные пожары отсутствовали
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.3>

При рассмотрении наиболее раннего контура (к-63) была изучена соответствующая форма 3-ИСДМ. Согласно полученной информации, первая термическая точка была зафиксирована 26 мая 2015 года в 13:00 в координатах: $67^{\circ} 23' 06''$ с.ш. ($\pm 0,5$ км), $135^{\circ} 19' 08''$ в.д. ($\pm 0,5$ км). Привязка: населенный пункт Альсардах, азимут 223° , удаление 10,8 км. Квартал возникновения пожара №118 Батагайского участкового лесничества Верхоянского лесничества. В примечании указано, что пожар не осматривался (2-й уровень космического мониторинга).

Отметим, что на территориях 1-го уровня космического мониторинга для уточнения спутниковых данных возможно применение авиации. 2-й уровень космического мониторинга означает, что территория относится к труднодоступным, отчетность по которым формируется исключительно по данным космического мониторинга (бывшие неохранные территории). В соответствии с требованиями Рослесхоза на территориях 2-го уровня космического мониторинга все обнаруженные с космоса лесные пожары оформляются Протоколом о лесном пожаре [14]. Считается, что данные территории настолько удалены от населенных пунктов, что проверку провести не представляется возможным, либо затраченные средства не оправдывают целей.

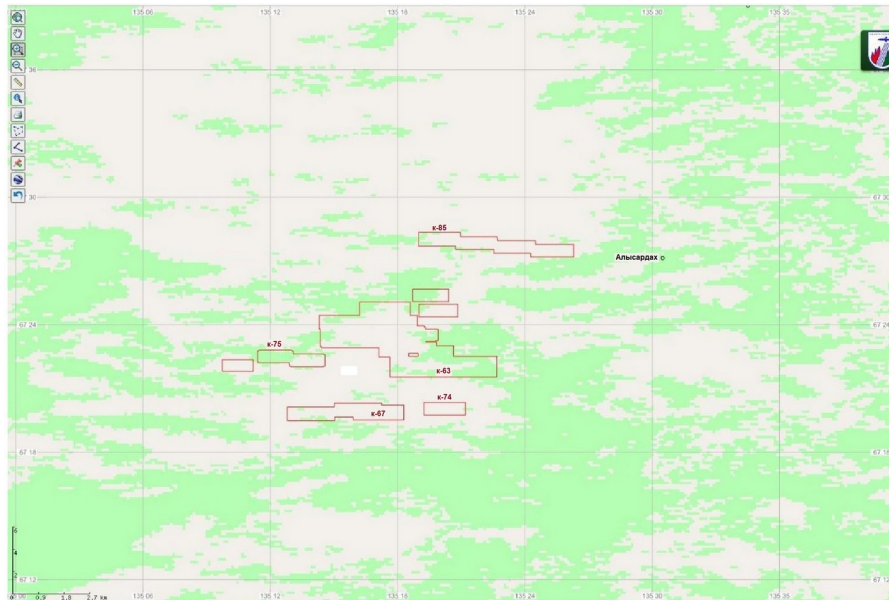


Рисунок 4 - Подтвержденные лесные пожары по данным наземных служб на территории Республики Саха (Якутия) за 2015 с добавленными термическими зонами, зарегистрированными спутниковыми приборами
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.4>

Вместе с этим остаются открытыми вопросы о том, проводилась ли процессуальная проверка, был ли это в действительности один продолжающийся лесной пожар или несколько самостоятельных зон горения, какой была причина пожара. Следует подчеркнуть, что установлением официальной причины пожара занимаются дознаватели и эксперты МЧС России. Установленные причины пожаров должны составлять официальную статистику лесных пожаров. В случае, если причиной пожара послужил, например, поджог, то расследованием должны заниматься следственные органы.

Ниже приведены результаты рассмотрения хронологии крупного лесного пожара, термическая точка которого была зафиксирована в Республике Саха (Якутия) 26 мая 2015 года в 13:00 (термическая зона к-63). Изучение информации из соответствующей формы 3-ИСДМ показало, что термическая точка зафиксирована в координатах: 67° 23' 06" с.ш. ($\pm 0,5$ км) и 135° 19' 08" в.д. ($\pm 0,5$ км). Для анализа и наглядного представления площади пожара использован архив данных высокого разрешения системы «ИСДМ-Рослесхоз» за май–июнь 2015 года. Ориентируясь на указанные координаты, подобран наиболее информативный снимок гари пожара по состоянию на 10:38 12 июня 2015 года. К снимку был применен фильтр «растительность красная» (nir-red-green), а также улучшение визуального разрешения и коррекция гистограммы. Для удобства анализа данных осуществлен экспорт снимка в геоинформационный сервис «Google Earth Pro», при этом снимок был использован в качестве слоя. Дополнительно на снимок нанесены координаты точки обнаружения и контуры термических зон. Границы гари пожара обведены белым контуром (рис. 5).

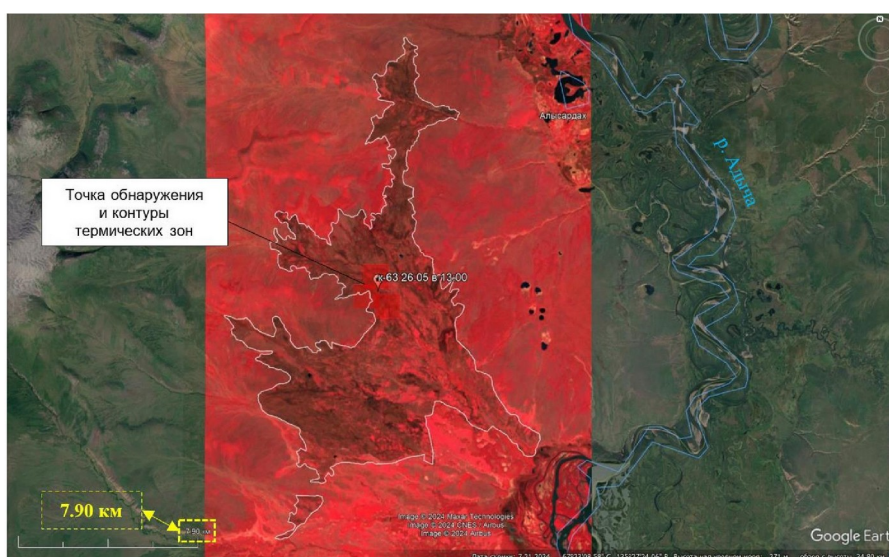


Рисунок 5 - Спутниковый снимок гари от пожара на территории Республике Саха (Якутия) (термическая зона к-63) по состоянию на 12 июня 2015 года
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.5>

Согласно проведенным измерениям, площадь пожара составляла не менее 8 000 га. На расстоянии около 11 км на северо-восток от зоны обнаружения пожара расположен населенный пункт Алысардах. Обращает на себя внимание то, что контур гари пожара имеет неровную границу («рваные» края), что объясняется отсутствием опашки и свободным и беспрепятственным распространением горения. Обычно в случае осуществления опашки, например, при прокладке минерализованной полосы, горение, достигая ее, затухает, при этом на снимках можно наблюдать закругленные (равноосные) контуры гари, чего в данном случае не отмечается.

С целью поиска и исследования спутникового снимка, наиболее приближенного к моменту возникновения пожара, были изучены архивные данные из геоинформационного сервиса «Land Viewer», интегрированного в платформу «EOS». В процессе анализа архивных данных за 2015 год был обнаружен спутниковый снимок высокого разрешения, полученный 27 мая 2015 года, то есть на следующий день после выявления первых термических точек (рис. 6).

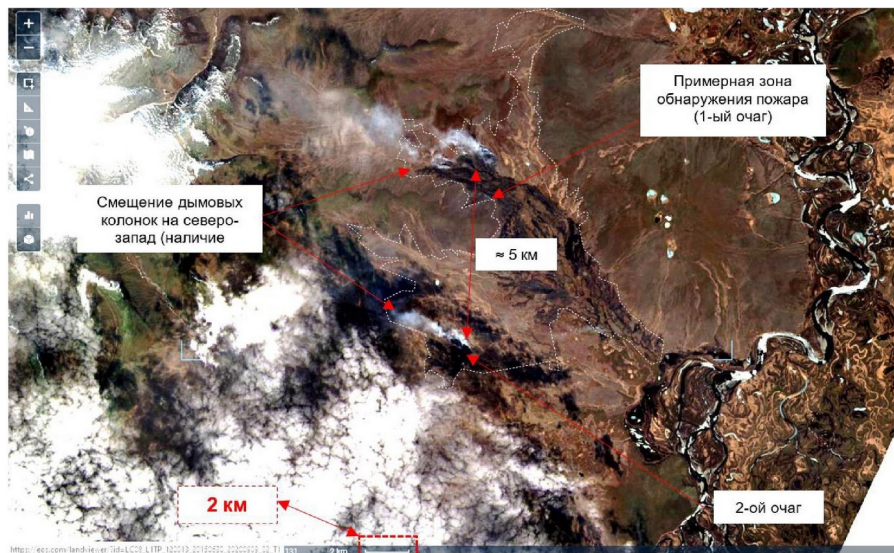


Рисунок 6 - Спутниковый снимок гари от пожара на территории Республики Саха (Якутия) (зона к-65) по состоянию на 27 мая 2025 года

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.6>

С целью анализа данных на снимке белой пунктирной линией обозначен контур итоговой площади пожара. Относительно полученных контуров гари можно заключить, что на второй день развития пожара имелось две не связанных между собой зоны горения, которые были расположены на удалении около 5 км друг от друга. По смещению дымовых колонок можно сделать вывод о том, что на момент осуществления снимка преобладал юго-восточный ветер, под влиянием которого пожар распространялся преимущественно на северо-запад.

Следует отметить, что наличие двух не связанных между собой зон горения на относительно небольшом расстоянии друг от друга является квалификационным признаком поджога, что могло иметь место в рассматриваемом случае, учитывая, что на удалении не более 11 км от зоны пожара расположен населенный пункт Алысардах. Кроме того, при изучении спутниковых снимков за 2004 и 2019 годы, доступных в геоинформационном сервисе «Google Earth Pro», в границах зоны обнаружения первой термической зоны располагается множество полевых дорог (рис. 7).

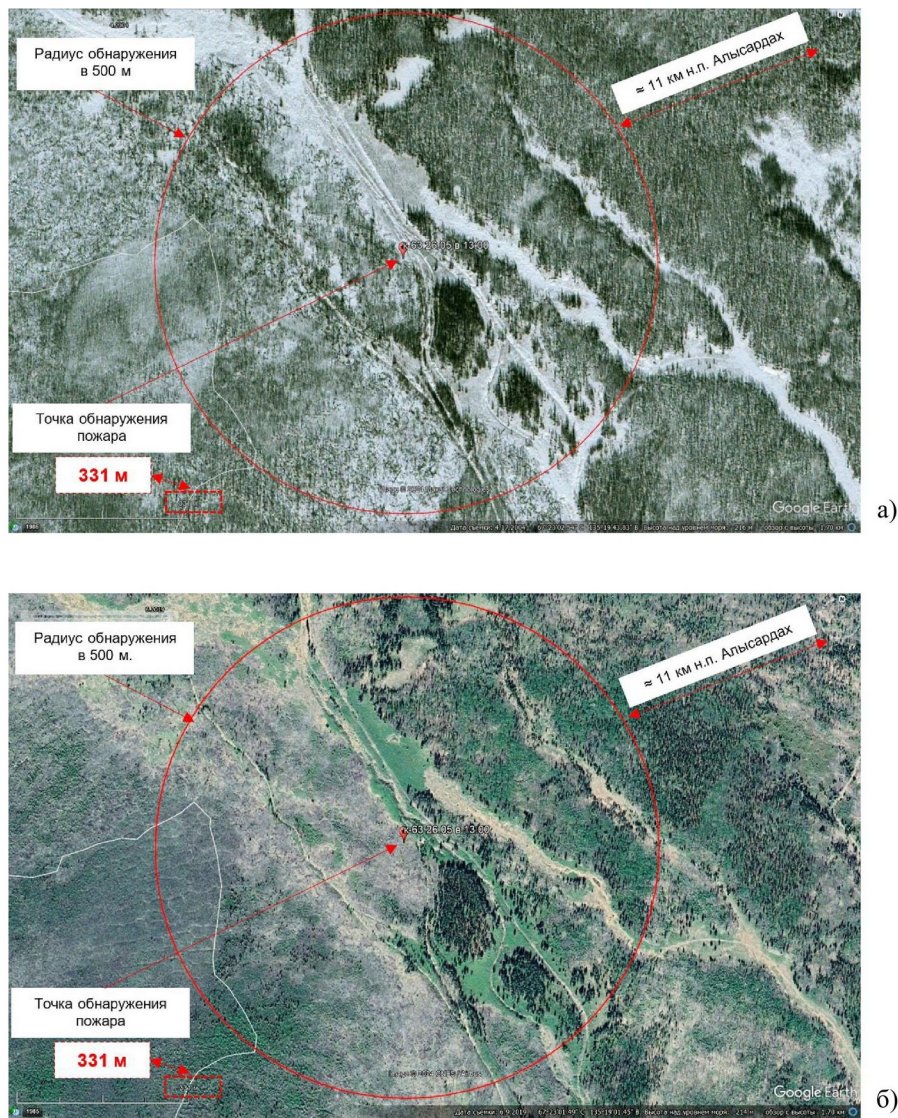


Рисунок 7 - Спутниковые снимки согласно данным системы «Google Earth Pro» по состоянию на
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.73.7>

Примечание: а – апрель 2004 года; б – июнь 2019 года

Дороги ведут в том числе к поселку городского типа Батагай, являющего административным центром Верхоянского улуса Республики Саха (Якутия) с населением более 3 000 чел. Батагай расположен на удалении около 39 км северо-западнее рассматриваемого лесного пожара. Таким образом, доступ к очагу пожара мог быть свободным.

Заключение

На основе проведенного исследования и анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. При проведении анализа количества лесных пожаров по данным государственной статистики необходимо учитывать выводы проведенных процессуальных проверок и заключений пожарно-технических экспертов. Это связано с тем, что для крупных лесных пожаров, продолжающихся длительные периоды, спутниковые приборы могут фиксировать множество разрозненных термических зон. Для однозначного вывода от том, имеют ли данные зоны отношение к одному и тому же пожару, необходимы специальные познания в области динамики развития природных пожаров, а также в области анализа спутниковых данных. Поверхностное рассмотрение сведений государственной статистики будет создавать предпосылки для получения искаженной картины.

2. Часть термических зон, зафиксированных спутниковыми приборами в зоне мониторинга 2-го уровня на территории Республики Саха (Якутия), зарегистрированная в формах 3-ИСДМ, не подтверждается наземными службами в качестве лесных пожаров и не оформляется соответствующими формами 3-ИСДМ-ЛО, что влечет искажение статистических данных о лесных пожарах.

3. В случаях, если лесной пожар зафиксирован в зоне мониторинга 2-го уровня, меры по ликвидации пожара не применяются, что, вероятно, обосновано отсутствием сил и средств либо мотивировано превышением уровня затрат на тушение лесного пожара в сравнении с минимально наносимым ущербом от него.

4. Комплексная интерпретация данных спутниковой съемки обеспечивает формирование объективных доказательственных материалов для судебно-экспертной практики, способствует выявлению фактов противоправной

деятельности, связанной с нарушениями противопожарного режима в лесных массивах (включая умышленные поджоги и игнорирование нормативных требований), а также позволяет демаркировать границы особо охраняемых природных территорий в зоне возникновения пожаров и решать иные прикладные задачи.

5. Спутниковые информационные системы представляют собой интегративный инструментарий для мультидисциплинарного исследования лесных пожаров, обеспечивающий объединение технологий дистанционного зондирования, аналитической обработки пространственных данных и судебно-экспертной практики. Данная методология объединяет возможности оперативного мониторинга возникновения пожаров, детального анализа их генезиса и последствий, а также формирования доказательной базы в рамках правового поля. Такой комплексный подход выступает важным фактором в системе превентивных мер по минимизации рисков возникновения пожаров и обеспечению экологической безопасности лесных экосистем.

Благодарности

Слова благодарности адресуются старшему эксперту сектора судебных экспертиз ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Иркутской области Алексею Александровичу Дятлову за предоставление информации, полученной с применением системы «ИСДМ-Рослесхоз», помощь в ее обработке и консультационную поддержку. Также выражаю признательность рецензентам за внимательное отношение к работе и конструктивные замечания, которые позволили улучшить качество статьи.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

Words of gratitude are addressed to Alexey Aleksandrovich Dyatlov, Senior Expert of the Forensic Examination Sector of the FSBI FEI FFPS FTL for Irkutsk Oblast, for providing information obtained using the “ISDM-Rosleskhoz” system, assistance in its processing and consulting support. I also express my gratitude to the reviewers for their attention to the work and constructive comments, which allowed to improve the quality of the article.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Беляев И.М. Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ / И.М. Беляев, Г.Н. Коровин, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2005. — Т. 1. — № 2. — С. 20–29.
2. Ефремов В.Ю. Объединенный картографический интерфейс для работы с данными ИСДМ–Рослесхоз / В.Ю. Ефремов, И.В. Балашов, Р.В. Котельников // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2011. — Т. 12. — № 5. — С. 222–250.
3. Барталев С.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России / С.А. Барталев, В.А. Егоров, В.О. Жарко. — Москва : ИКИ РАН, 2016. — 208 с.
4. Барталев С.А. Исследование возможностей оценки состояния поврежденных пожарами лесов по данным многоспектральных спутниковых измерений / С.А. Барталев, В.А. Егоров, А.М. Крылов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2010. — Т. 7. — № 3. — С. 215–225.
5. Татаринов В.В. Применение беспилотных летательных аппаратов для получения информации о природных пожарах / В.В. Татаринов, А.Н. Калайдов, Э. Муйкич // Технологии техносферной безопасности. — 2017. — № 1(71). — С. 160–168.
6. Унжакова С.В. Особенности производства осмотра места происшествия при проверке сообщений о лесных пожарах / С.В. Унжакова, В.С. Ишигеев, В.С. Крапивин // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. — 2020. — № 3. — С. 157–165.
7. Барталев С.А. Методы и результаты использования данных спутниковых наблюдений для оценки воздействия пожаров и рубок на леса России. / С.А. Барталев, В.А. Егоров, Т.С. Курятникова // Дистанционные методы в лесоустройстве и учете лесов. Приборы и технологии: Материалы Всерос. совещания-семинара с междунар. участием. — 2005. — Т. 14. — № 6. — С. 23–27.
8. Барталев С.А. Валидация результатов выявления и оценки площадей, поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга / С.А. Барталев, А.И. Беляев, В.А. Егоров // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. — 2005. — Т. 2. — № 2. — С. 343–353.
9. Касаев Р.А. Космический мониторинг лесных пожаров (технический уровень и перспективы развития) / Р.А. Касаев, А.В. Мокряк // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20 октября 2019 года. — Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. — С. 30–32.
10. Вычерова Н.Р. Разработка системы раннего обнаружения лесных пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта / Н.Р. Вычерова, Е.А. Будевич, А.Э. Беляев // Resources and Technology. — 2022. — Т. 19. — № 4. — С. 85–101.
11. Васильева М.А. Дистанционный мониторинг в расследовании незаконных рубок лесных насаждений / М.А. Васильева // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. — 2014. — № 3. — С. 142–146.

12. Анойкин Р.К. Особенности разработки системы обнаружения лесных пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов и обработки изображений / Р.К. Анойкин // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений. Мат. науч. семинара (Москва 28 февраля 2022 г.). — Вып. 6. — Москва : Академия ГПС МЧС России, 2022. — С. 53–56.

13. Лупян Е.А. Спутниковые наблюдения лесных пожаров в России в 21 веке / Е.А. Лупян, С.А. Барталев, Е.В. Флитман // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве : доклады V Всероссийской конференции (с международным участием), посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина (Москва, 22–24 апреля 2013 года). — Москва : Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, 2013. — С. 40–43.

14. О космическом мониторинге лесных пожаров. Приказ Рослесхоза от 25 мая 2005 № 112. С изменениями, утвержденными приказом Рослесхоза от 28.12.2005 № 391. — Введ. 2005-05-25. — Москва, 2005. — 19 с.

15. Об утверждении Порядка и Нормативов осуществления лесной охраны (с изменениями на 28 ноября 2022 года). Приказ Минприроды России от 15.12.2021 № 955. — Введ. 2021-12-15. — Москва, 2021. — 9 с.

16. Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров (с изменениями на 13 ноября 2024 года). Приказ Минприроды России от 23.06.2014 № 276. — Введ. 2014-06-23. — Москва, 2014. — 6 с.

17. Об утверждении Методики проведения проверки достоверности сведений о площади лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения (с изменениями на 13 апреля 2023 года). Приказ Минприроды России от 13.10.2014 № 437. — Введ. 2023-04-13. — Москва : Российская газета, 2015. — 5 с.

18. Лупян Е.А. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров и их последствий: результаты последнего десятилетия и перспективы / Е.А. Лупян, Д.В. Ершов, С.А. Барталев // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве : доклады V Всероссийской конференции (с международным участием), посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина (Москва, 22–24 апреля 2013 года). — Москва : Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, 2013. — С. 43–47.

19. Скрипко Г.А. Проблемы низкой раскрываемости преступлений, связанных с лесными пожарами / Г.А. Скрипко, А.Н. Федоров, Л.Л. Михайлова // Новые подходы к подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций : сб. тр. секции № 21 и № 23. Мат. XXXIII Междунар. научно-практ. конф. (Химки 1–15 марта 2023 года). — Химки : Академия гражданской защиты МЧС России им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2003. — С. 79–85.

20. Пугачев М.Н. Использование современных систем наблюдения в экспертизе лесных пожаров / М.Н. Пугачев, А.С. Горбунов, А.А. Богданов [и др.] // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. — 2024. — № 3(15). — С. 11–18.

21. Васильева М.А. Использование систем дистанционного мониторинга в расследовании экологических преступлений / М.А. Васильева, К.В. Степанюгин, А.В. Богданов // Российский следователь. — 2015. — № 22. — С. 14–17.

22. Васильева М.А. Выявление нарушений лесного законодательства с использованием систем дистанционного мониторинга на территории Дальневосточного федерального округа. / М.А. Васильева, К.В. Степанюгин, А.В. Богданов // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. — 2015. — № 4(68). — С. 107–111.

23. Морозов Р.О. Особенности использования специальных знаний при расследовании уничтожения или повреждения лесных насаждений / Р.О. Морозов // Актуальные проблемы криминалистического обеспечения раскрытия, расследования и предупреждения преступлений : мат. Всерос. научно-практ. конф., посвященной памяти докт. юр. наук, проф. В. И. Шиканова (Иркутск, 10 декабря 2021 года). — Иркутск : Байкальский государственный университет, 2021. — С. 116–119.

24. Морозов Р.О. Тактические особенности применения систем спутникового мониторинга лесных пожаров при расследовании уничтожения или повреждения лесных насаждений. / Р.О. Морозов // Искусство правоведения. — 2022. — № 3(3). — С. 41–46.

25. Грибунов О.П. Использование результатов информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров при расследовании уничтожения или повреждения лесных насаждений / О.П. Грибунов, Р.О. Морозов // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. — 2022. — № 1(21). — С. 26–34.

26. Барталев С.А. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (состояние и перспективы развития) / С.А. Барталев, Д.В. Ершов, Г.Н. Коровин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2008. — Т. 2. — № 5. — С. 419–429.

27. Барталев С.А. Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (ИСДМ Рослесхоз) / С.А. Барталев, Д.В. Ершов, Г.Н. Коровин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2010. — Т. 7. — № 2. — С. 97–105.

28. Ершов Д.В. Современные возможности геоинформационной системы мониторинга лесных пожаров ГИС ИСДМ-Рослесхоз / Д.В. Ершов, К.А. Ковганко, П.П. Шуляк // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — № 3. — С. 38–46.

29. Котельников Р.В. Применение информационной системы дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз» для определения пожарной опасности в лесах Российской Федерации / Р.В. Котельников, В.Л. Сементин, В.Е. Щетинский [и др.]. — Пушкино : ФГУ «Авиалесоохрана», 2010. — 278 с.

30. Geoinformation service Google Earth Pro // Google Earth Pro. — 2001. — URL: <https://www.google.com/earth/about/versions/#earth-pro> (accessed: 04.04.25).

31. Geoinformation service Land Viewer // Land Viewer. — 2015. — URL: <https://eomag.eu/land-viewer> (accessed: 04.04.25).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Belyaev I.M. Ispolzovanie sputnikovikh dannikh v sisteme distantsionnogo monitoringa lesnikh pozharov MPR RF [Use of satellite data in the remote monitoring system of forest fires of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation] / I.M. Belyaev, G.N. Korovin, Ye.A. Lupyay // *Sovremennye problemi distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space]. — 2005. — Vol. 1. — № 2. — P. 20–29. [in Russian]
2. Yefremov V.Yu. Obedinennii kartograficheskii interfeis dlya raboti s dannimi ISDM–Rosleskhoz [Unified cartographic interface for working with ISDM–Rosleskhoz data] / V.Yu. Yefremov, I.V. Balashov, R.V. Kotelnikov // *Sovremennye problemi distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space]. — 2011. — Vol. 12. — № 5. — P. 222–250. [in Russian]
3. Bartalev S.A. Sputnikovoe kartografirovaniye rastitelnogo pokrova Rossii [Satellite mapping of vegetation cover in Russia] / S.A. Bartalev, V.A. Yegorov, V.O. Zharko. — Moscow : IKI RAN, 2016. — 208 p. [in Russian]
4. Bartalev S.A. Issledovanie vozmozhnostei otsenki sostoyaniya povrezhdennikh pozharami lesov po dannim multispektralnykh sputnikovikh izmerenii [Study of the possibilities of assessing the state of forests damaged by fires using multispectral satellite measurements] / S.A. Bartalev, V.A. Yegorov, A.M. Krilov // *Sovremennye problemi distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space]. — 2010. — Vol. 7. — № 3. — P. 215–225. [in Russian]
5. Tatarinov V.V. Primeneniye bespilotnykh letatelnykh apparatov dlya polucheniya informatsii o prirodnykh pozharakh [Using drones to obtain information about wildfires] / V.V. Tatarinov, A.N. Kalaidov, E. Muikich // *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti* [Technologies of technosphere safety]. — 2017. — № 1(71). — P. 160–168. [in Russian]
6. Unzhakova S.V. Osobennosti proizvodstva osmotra mesta proisshestiya pri proverke soobshchenii o lesnikh pozharakh [Features of the inspection of the scene of the incident when checking reports of forest fires] / S.V. Unzhakova, V.S. Ishigeev, V.S. Krapivin // *Kriminalistika: vchera, segodnya, zavtra* [Forensics: yesterday, today, tomorrow]. — 2020. — № 3. — P. 157–165. [in Russian]
7. Bartalev S.A. Metodi i rezultati ispolzovaniya dannikh sputnikovikh nablyudeni dlya otsenki vozdeistviya pozharov i rubok na lesa Rossii. [Methods and results of using satellite observation data to assess the impact of fires and logging on Russian forests.] / S.A. Bartalev, V.A. Yegorov, T.S. Kuryatnikova // *Distantsionnye metody v lesoustroistve i uchete lesov. Pribori i tekhnologii: Materiali Vseroc. soveshchaniya-seminara s mezhdunar. uchastiem* [Remote methods in forest management and forest inventory. Devices and technologies. Proceedings of the All-Russian Conference-Seminar with International Participation]. — 2005. — Vol. 14. — № 6. — P. 23–27. [in Russian]
8. Bartalev S.A. Validatsiya rezultatov viyavleniya i otsenki ploshchadei, povrezhdennikh pozharami lesov po dannim sputnikovogo monitoringa [Validation of the results of identification and assessment of areas damaged by forest fires using satellite monitoring data] / S.A. Bartalev, A.I. Belyaev, V.A. Yegorov // *Sovremennye problemi distantsionnogo zondirovaniya zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the earth from space]. — 2005. — Vol. 2. — № 2. — P. 343–353. [in Russian]
9. Kasaev R.A. Kosmicheskii monitoring lesnikh pozharov (tekhnicheskii uroven i perspektivi razvitiya) [Space monitoring of forest fires (technical level and development prospects)] / R.A. Kasaev, A.V. Mokryak // *Sovremennaya nauka: aktualnie voprosi, dostizheniya i innovatsii* [Modern Science: Current Issues, Achievements and Innovations] : collection of Articles of the IX International Scientific and Practical Conference, Penza, October 20, 2019. — Penza : Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.), 2019. — P. 30–32. [in Russian]
10. Vicherova N.R. Razrabotka sistemi rannego obnaruzheniya lesnikh pozharov s ispolzovaniem bespilotnykh letatelnykh apparatov i iskusstvennogo intellekta [Development of a forest fire early detection system using unmanned aerial vehicles and artificial intelligence] / N.R. Vicherova, Ye.A. Budevich, A.E. Belyaev // *Resources and Technology* [Resources and Technology]. — 2022. — Vol. 19. — № 4. — P. 85–101. [in Russian]
11. Vasileva M.A. Distantsionnyi monitoring v rassledovanii nezakonnykh rubok lesnikh nasazhdenii [Remote monitoring in the investigation of illegal logging of forest stands] / M.A. Vasileva // *Territoriya novykh vozmozhnostei. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa* [Territory of New Opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service]. — 2014. — № 3. — P. 142–146. [in Russian]
12. Anokin R.K. Osobennosti razrabotki sistemi obnaruzheniya lesnikh pozharov s ispolzovaniem bespilotnykh letatelnykh apparatov i obrabotki izobrazhenii [Features of the development of a forest fire detection system using unmanned aerial vehicles and image processing] / R.K. Anokin // *Social'no-ekonomicheskie aspekty prinjatija upravlencheskiy reshenij. Mat. nauch. seminara (Moskva 28 fevralja 2022 g.)* [Socio-economic aspects of management decision-making. Proceedings of the scientific seminar (Moscow, February 28, 2022)]. — Iss. 6. — Moscow : Akademiya GPS MChS Rossii, 2022. — P. 53–56. [in Russian]
13. Lupyay Ye.A. Sputnikovye nablyudeniya lesnikh pozharov v Rossii v 21 veke [Satellite observations of forest fires in Russia in the 21st century] / Ye.A. Lupyay, S.A. Bartalev, Ye.V. Flitman // *Ajerokosmicheskie metody i geoinformatsionnye tekhnologii v lesovedenii i lesnom hozjajstve* [Aerospace methods and geoinformation technologies in forestry and forest management] : proceedings of the V All-Russian Conference (with international participation) dedicated to the memory of outstanding forestry scientists V.I. Sukhikh and G.N. Korovin (Moscow, April 22–24, 2013). — Moscow : Tsentr po problemam ekologii i produktivnosti lesov, 2013. — P. 40–43. [in Russian]
14. O kosmicheskom monitoringe lesnikh pozharov. Prikaz Rosleskhoza ot 25 maya 2005 № 112. S izmeneniyami, utverzhdenymi prikazom Rosleskhoza ot 28.12.2005 № 391 [On space monitoring of forest fires. Order of the Federal

Forestry Agency of May 25, 2005 No. 112. With amendments approved by the order of the Federal Forestry Agency of December 28, 2005 No. 391]. — *Introd.* 2005-05-25. — Moscow, 2005. — 19 p. [in Russian]

15. Ob utverzhdenii Poryadka i Normativov osushchestvleniya lesnoi okhrani (s izmeneniyami na 28 noyabrya 2022 goda). Prikaz Minprirody Rossii ot 15.12.2021 № 955 [On approval of the Procedure and Standards for the implementation of forest protection (as amended on November 28, 2022). Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 15, 2021 No. 955]. — *Introd.* 2021-12-15. — Moscow, 2021. — 9 p. [in Russian]

16. Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya monitoringa pozharnoi opasnosti v lesakh i lesnikh pozharov (s izmeneniyami na 13 noyabrya 2024 goda). Prikaz Minprirody Rossii ot 23.06.2014 № 276 [On approval of the Procedure for monitoring fire hazard in forests and forest fires (as amended on November 13, 2024). Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated June 23, 2014 No. 276]. — *Introd.* 2014-06-23. — Moscow, 2014. — 6 p. [in Russian]

17. Ob utverzhdenii Metodiki provedeniya proverki dostovernosti svedenii o ploshchadi lesnikh pozharov s ispolzovaniem dannikh distantsionnogo zondirovaniya Zemli visokogo prostranstvennogo razresheniya (s izmeneniyami na 13 aprelya 2023 goda). Prikaz Minprirody Rossii ot 13.10.2014 № 437 [On approval of the Methodology for verifying the reliability of information on the area of forest fires using high spatial resolution Earth remote sensing data (as amended on April 13, 2023). Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated October 13, 2014 No. 437]. — *Introd.* 2023-04-13. — Moscow : Rossiiskaya gazeta, 2015. — 5 p. [in Russian]

18. Lupyay Ye.A. Informatsionnaya sistema distantsionnogo monitoringa lesnikh pozharov i ikh posledstviy: rezultati poslednego desyatiletiya i perspektivi [Information system for remote monitoring of forest fires and their consequences: results of the last decade and prospects] / Ye.A. Lupyay, D.V. Yershov, S.A. Bartalev // Ajerokosmicheskie metody i geoinformacionnye tehnologii v lesovedenii i lesnom hozjajstve [Aerospace methods and geoinformation technologies in forestry and forestry] : reports of the V All-Russian Conference (with international participation) dedicated to the memory of outstanding forestry scientists V.I. Sukhikh and G.N. Korovin (Moscow, April 22–24, 2013). — Moscow : Tsentr po problemam ekologii i produktivnosti lesov, 2013. — P. 43–47. [in Russian]

19. Skripko G.A. Problemi nizkoi raskrivaemosti prestuplenii, svyazannikh s lesnimi pozharami [Problems of low detection rates of forest fire related crimes] / G.A. Skripko, A.N. Fedorov, L.L. Mikhailova // Novye podhody k podgotovke naseleniya v oblasti zashhity ot chrezvychajnykh situatsiy [New approaches to training the population in the field of protection against emergency situations] : coll. of works of sections No. 21 and No. 23. Proc. XXXIII Int. Scientific-Practical. Conf. (Khimki, March 1–15, 2023). — Khimki : Akademiya grazhdanskoj zashchity MChS Rossii im. general-leitenanta D.I. Mikhailika, 2003. — P. 79–85. [in Russian]

20. Pugachev M.N. Ispolzovanie sovremennikh sistem nablyudeniya v ekspertize lesnikh pozharov [Using modern surveillance systems in forest fire investigation] / M.N. Pugachev, A.S. Gorbunov, A.A. Bogdanov [et al.] // Aktualnie problemi bezopasnosti v tekhnosfere [Current security issues in the technosphere]. — 2024. — № 3(15). — P. 11–18. [in Russian]

21. Vasileva M.A. Ispolzovanie sistem distantsionnogo monitoringa v rassledovanii ekologicheskikh prestuplenii [Use of Remote Monitoring Systems in Investigation of Environmental Crimes] / M.A. Vasileva, K.V. Stepanyugin, A.V. Bogdanov // Rossiiskii sledovatel [Russian investigator]. — 2015. — № 22. — P. 14–17. [in Russian]

22. Vasil'eva M.A. Vy'yavlenie narushenij lesnogo zakonodatel'stva s ispol'zovaniem sistem distantsionnogo monitoringa na territorii Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga [Detection of violations of forest legislation using remote monitoring systems in the Far Eastern Federal District]. / M.A. Vasil'eva, K.V. Stepanyugin, A.V. Bogdanov // Bulletin of the Saint Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. — 2015. — № 4(68). — P. 107–111. [in Russian]

23. Morozov R.O. Osobennosti ispolzovaniya spetsialnikh znanii pri rassledovanii unichtozheniya ili povrezhdeniya lesnikh nasazhdenii [Features of the use of specialized knowledge in the investigation of the destruction or damage of forest plantations] / R.O. Morozov // Aktual'nye problemy kriminalisticheskogo obespecheniya raskrytija, rassledovaniya i preduprezhdeniya prestuplenij [Actual problems of forensic support for the detection, investigation and prevention of crimes] : Proc. of the All-Russian Scientific and Practical Conf., dedicated to the memory of Doctor of Law, Professor V. I. Shikanov (Irkutsk, December 10, 2021). — Irkutsk : Baikalskii gosudarstvennii universitet, 2021. — P. 116–119. [in Russian]

24. Morozov R.O. Takticheskie osobennosti primeneniya sistem sputnikovogo monitoringa lesny'x pozharov pri rassledovanii unichtozheniya ili povrezhdeniya lesny'x nasazhdenij [Tactical features of the use of satellite monitoring systems for forest fires in the investigation of the destruction or damage of forest plantations]. / R.O. Morozov // The Art of Jurisprudence. — 2022. — № 3(3). — P. 41–46. [in Russian]

25. Gribunov O.P. Ispolzovanie rezultatov informatsionnoi sistemi distantsionnogo monitoringa lesnikh pozharov pri rassledovanii unichtozheniya ili povrezhdeniya lesnikh nasazhdenii [Using the results of the information system for remote monitoring of forest fires in the investigation of the destruction or damage of forest plantations] / O.P. Gribunov, R.O. Morozov // Kriminalistika: vchera, segodnya, zavtra [Forensics: yesterday, today, tomorrow]. — 2022. — № 1(21). — P. 26–34. [in Russian]

26. Bartalev S.A. Informatsionnaya sistema distantsionnogo monitoringa lesnikh pozharov Federalnogo agentstva lesnogo khozyaistva RF (sostoyanie i perspektivi razvitiya) [Information system for remote monitoring of forest fires of the Federal Forestry Agency of the Russian Federation (status and development prospects)] / S.A. Bartalev, D.V. Yershov, G.N. Korovin // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Modern problems of remote sensing of the Earth from space]. — 2008. — Vol. 2. — № 5. — P. 419–429. [in Russian]

27. Bartalev S.A. Osnovnie vozmozhnosti i struktura informatsionnoi sistemi distantsionnogo monitoringa lesnikh pozharov Federalnogo agentstva lesnogo khozyaistva RF (ISDM Rosleskhoz) [Main capabilities and structure of the information system for remote monitoring of forest fires of the Federal Forestry Agency of the Russian Federation (ISDM Rosleskhoz)] / S.A. Bartalev, D.V. Yershov, G.N. Korovin // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Modern problems of remote sensing of the Earth from space]. — 2010. — Vol. 7. — № 2. — P. 97–105. [in Russian]

28. Yershov D.V. Sovremennye vozmozhnosti geoinformatsionnoi sistemi monitoringa lesnikh pozharov GIS ISDM-Rosleskhoz [Modern capabilities of the geographic information system for monitoring forest fires GIS ISDM-Rosleskhoz] / D.V. Yershov, K.A. Kovganko, P.P. Shulyak // Pozharovzrivobezopasnost [Fire and explosion safety]. — 2010. — №3. — P. 38–46. [in Russian]
29. Kotelnikov R.V. Primenenie informatsionnoi sistemi distantsionnogo monitoringa «ISDM-Rosleskhoz» dlya opredeleniya pozharnoi opasnosti v lesakh Rossiiskoi Federatsii [Application of the ISDM-Rosleskhoz remote monitoring information system to determine fire hazard in the forests of the Russian Federation] / R.V. Kotelnikov, V.L. Sementin, V.E. Shchetinskii [et al.]. — Pushkino : FGU «Avialesookhrana», 2010. — 278 p. [in Russian]
30. Geoinformation service Google Earth Pro // Google Earth Pro. — 2001. — URL: <https://www.google.com/earth/about/versions/#earth-pro> (accessed: 04.04.25).
31. Geoinformation service Land Viewer // Land Viewer. — 2015. — URL: <https://eomag.eu/land-viewer> (accessed: 04.04.25).