

Научная статья

УДК 614.841.2

doi: 10.34987/2712-9233.2024.48.36.002

Использование современных систем наблюдения в экспертизе лесных пожаров

*Михаил Николаевич Пугачев*¹

Александр Сергеевич Горбунов^{2,3}

*Александр Александрович Богданов*²

¹*ИПЛ по Иркутской области*

²*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

³<https://orcid.org/0000-0002-1971-3436>

Автор ответственный за переписку: Александр Сергеевич Горбунов, gorbunovgps@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен пример применения современных систем наблюдения в экспертизе лесных пожаров в Иркутской области. Данная статья будет полезна специалистам в области расследования и экспертизы пожаров. Данные системы позволяют получить объективные данные об очаге пожара и динамики развития. На основании использования современных систем наблюдения, был сделан вывод о двух независимых очагах пожара, которые потом объединились в один общий по площади пожар. Данный признак дал основание утверждать, что причиной пожара явился поджог.

Ключевые слова: лесные пожары, расследование пожаров, экспертиза, системы наблюдения, спутниковые снимки

Для цитирования: Пугачев М.Н., Горбунов А.С., Богданов А.А., Использование современных систем наблюдения в экспертизе лесных пожаров // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2024. № 3 (15). С.11-18. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.48.36.002>

The use of modern surveillance systems in the examination of forest fires

*Mikhail N. Pugachev*¹

Alexander S. Gorbunov^{2,3}

*Alexander A. Bogdanov*²

¹*IPL in the Irkutsk region, Irkutsk, Russia*

²*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia*

³<https://orcid.org/0000-0002-1971-3436>

Corresponding author: Alexander S. Gorbunov, gorbunovgps@mail.ru

Abstract. The article considers an example of the use of modern surveillance systems in the examination of forest fires in the Irkutsk region. This article will be useful for specialists in the field of fire investigation and expertise. These systems allow us to obtain objective data about the source of the fire and the dynamics of development. Based on the use of modern surveillance systems, it was concluded that there were two independent fire centers, which then merged into one common fire area. This sign gave grounds to assert that the cause of the fire was arson.

Keywords: forest fires, fire investigation, expertise, surveillance systems, satellite images

For citation: Pugachev M.N., Gorbunov A.S., Bogdanov A.A., The use of modern surveillance systems in the examination of forest fires // Actual problems of safety In the technosphere 2024. No. 3 (15). P. 11-18. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.48.36.002>

Лесные пожары — это стихийное бедствие, которое может нанести серьёзный ущерб окружающей среде и экономике. Они представляют собой неконтролируемое горение растительности, способное быстро распространяться на большие территории.

Опасность лесных пожаров проявляется следующими последствиями:

Уничтожение экосистемы. В огне погибают деревья и другие растения, что негативно сказывается на биоразнообразии региона.

Загрязнение воздуха. При горении выделяется дым и вредные вещества, которые загрязняют атмосферу и могут вызывать проблемы со здоровьем у людей и животных.

Экономические потери. Лесные пожары наносят ущерб лесному и сельскому хозяйству, а также другим отраслям экономики, связанным с использованием лесных ресурсов.

Риск для жизни и здоровья людей. Пожар опасен для пожарных и других людей, участвующих в тушении или находящихся вблизи от огня. Также он может привести к эвакуации населения из близлежащих населённых пунктов.

Экологические последствия. После пожара изменяется микроклимат, состав почвы и водный режим территории, что нарушает экологическое равновесие и требует длительного восстановления экосистемы.

Увеличение вероятности других ЧС. Пожар может стать причиной оползней, селей, наводнений и других чрезвычайных ситуаций.

Потеря среды обитания для животных. Животные теряют свои дома и источники пищи, что приводит к сокращению их численности и угрозе исчезновения некоторых видов.

Таким образом, качественное расследование пожаров позволит привлечь к ответственности лиц, которые причастны к их возникновению и произошедшим последствиям, а также организовать верные профилактические мероприятия, что в свою очередь позволит уменьшить ущерб и их количество.

Методологически определение очага природного пожара обычно осуществляется так же, как и иного другого – путем осмотра места пожара на предмет выявления очаговых признаков и признаков направленности распространения горения [1]. При этом обязательно надо учитывать метеоусловия (направление ветра, температуру), рельеф местности, время года, характер растительности на отдельных участках места пожара, действия по тушению и т.п. [2].

Для установления очага пожара могут быть использованы спутниковые снимки, которые позволяют определить траекторию распространения пожара. Снимки, сделанные с искусственных спутников земли, могут показать движение потоков дыма и тепловые изображения горячей территории. Эти изображения вместе с топографическими и метеокартами района могут позволить проследить развитие горения, начиная от очага и раскрыть механизмы распространения горения [1].

Применение современных систем наблюдения будет описано на примере лесного пожара, произошедшего в Иркутской области.

Анализ представленных протоколов осмотров места пожара, прилагаемых фототаблиц показал, что площадь пожара охватывает обширную территорию, пожар продолжался длительное время. В представленном материале проверки имеются данные о нескольких лесных пожарах.

В данном случае необходимо проведение комплексного анализа осмотров места пожара с земли, спутниковых и метеорологических данных, а также особенностей рельефа. Первоначально следует изучить местность пожара, подобрать спутниковый снимок, наиболее информативно представляющий общие границы пожара.

Первоначально необходимо принять во внимание данные о наиболее раннем обнаружении пожара.

В уведомлении ГКУ Иркутской области «Куйтунское лесничество» указано, что первоначально системой ИСДМ-Рослесхоз были зарегистрированы 2 термальные точки. В форме 3-ИСДМ указано, что термоточка по данным спутникового мониторинга обнаружена в ориентировочных географических координатах в радиусе 200 м.

Для анализа и наглядного представления общей площади пожара был использован общедоступный картографический интернет-сервис Sentinel Hub EO Browser [3]. С помощью данного сервиса можно получать спутниковые снимки высокого разрешения, имеются встроенные фильтры, позволяющие настроить цветопередачу и выявить границы гари ландшафтного (лесного) пожара, есть возможность экспорта данных в геоинформационную систему Google Earth Pro [4]. Следует отметить, что вид на всех снимках ориентирован на север.

С помощью сервиса Sentinel Hub EO Browser ориентируясь на географические координаты зоны пожара, указанные в форме 3-ИСДМ был подобран наиболее информативный спутниковый снимок гари пожара (спустя 9 дней после обнаружения пожара). Выбран фильтр, наиболее информативно представляющий информацию (SWIR). Для удобства дальнейшего анализа был использован геоинформационный сервис Google Earth Pro. Полученный спутниковый снимок гари экспортирован в программу Google Earth Pro и был наложен на карту в качестве слоя для удобства анализа (см. рисунок 1).

Рисунок № 1 позволяет визуально оценить масштаб произошедшего пожара. Для удобства дальнейшего анализа, ориентировочные границы пожара обозначены красной замкнутой линией. Визуально наблюдается одна общая гарь, неправильной формы, с преимущественным вытягиванием границ с севера на юг. Восточная граница пожара проходит вдоль русла реки Ока.

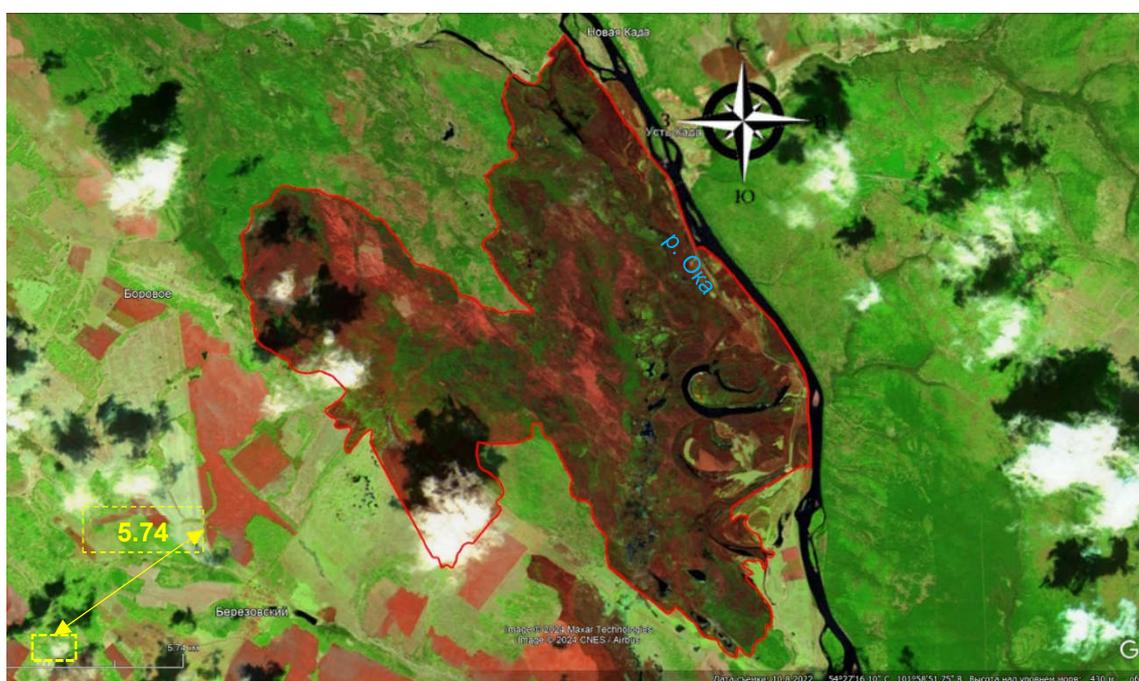


Рис. 1. Скриншот-схема гари пожара, наложенный в качестве слоя в программе Google Earth Pro

Для дальнейшего анализа спутниковых данных и выявления признаков очаговой зоны, необходимым обратиться к общедоступному картографическому сервису – к Информационной системе дистанционного мониторинга (далее – ИСДМ-Рослесхоз). Данная система обладает возможностью детектирования «горячих точек», которое согласно [5] производится автоматически в спутниковых данных, полученных с каждого сеанса приема данных. Автоматические процедуры обработки производят анализ каждого спутникового изображения в инфракрасных диапазонах по специальным алгоритмам. В результате их работы выделяются пиксели (точки) изображения, в которых определяется высокая температура на поверхности Земли. Эти пиксели называются «горячими точками». Результаты обнаружения «горячих точек» в каждом сеансе (дата, время, координаты точки) заносятся в базу данных ИСДМ и используются в дальнейшей автоматической обработке для прослеживания динамики пожаров.

Ориентируясь на географические координаты зоны пожара и дату обнаружения, были изучены спутниковые данные среднего разрешения, а также информация о наличии термических точек в зоне пожара. Полученные данные были наложены в качестве слоя на ранее выявленные границы гари (см. рисунок 2).

Анализ данных, представленных на рисунке 2 показал, что термически активные зоны были выявлены спутниковыми на расстоянии около 1 км друг от друга. Последующая регистрация термических зон отражает динамику развития пожара. Для наглядности все географические координаты зон были наложена на площадь пожара в качестве меток.



Рис. 2. Скриншот-схема зоны пожара. Спутниковые данные об обнаружении термически активных зон в области пожара.

Далее был проведен анализ спутниковых снимков и данных приборов среднего разрешения наиболее приближенных к времени обнаружения пожара. В процессе анализа были обнаружены 2 информативных снимка:

Снимок осуществлен прибором VIIRS (сканирующий радиометр, собирает изображения Земли в видимом и инфракрасном диапазонах), получен из центра данных ДЦ НИЦ Планета. Для снимка выбран канал поверхность, а также применено улучшение визуального разрешения (см. рисунок 3).

Снимок осуществлен прибором Modis, получен из центра данных Lance. Для снимка выбран канал поверхность, а также применено улучшение визуального разрешения (см. рисунок 4).

Оба полученных снимка экспортированы из системы ИСДМ-Рослесхоз в программу Google Earth Pro. Снимки наложены на ранее выявленные границы гари.

Представленные снимки (рисунок 3 и 4) позволяет визуально наблюдать изменение цвета (оранжевый оттенок) на общем фоне зеленоватого оттенка. Две обозначенные зоны указывают на повышенное тепловыделение. На обоих рисунках можно наблюдать, что между зонами имеется разрыв, т.е. можно заключить, что зоны являются самостоятельными очагами. По времени снимки наиболее приближены к моменту начала пожара, что позволяет локализовать зону возникновения пожара в западной части общей площади.

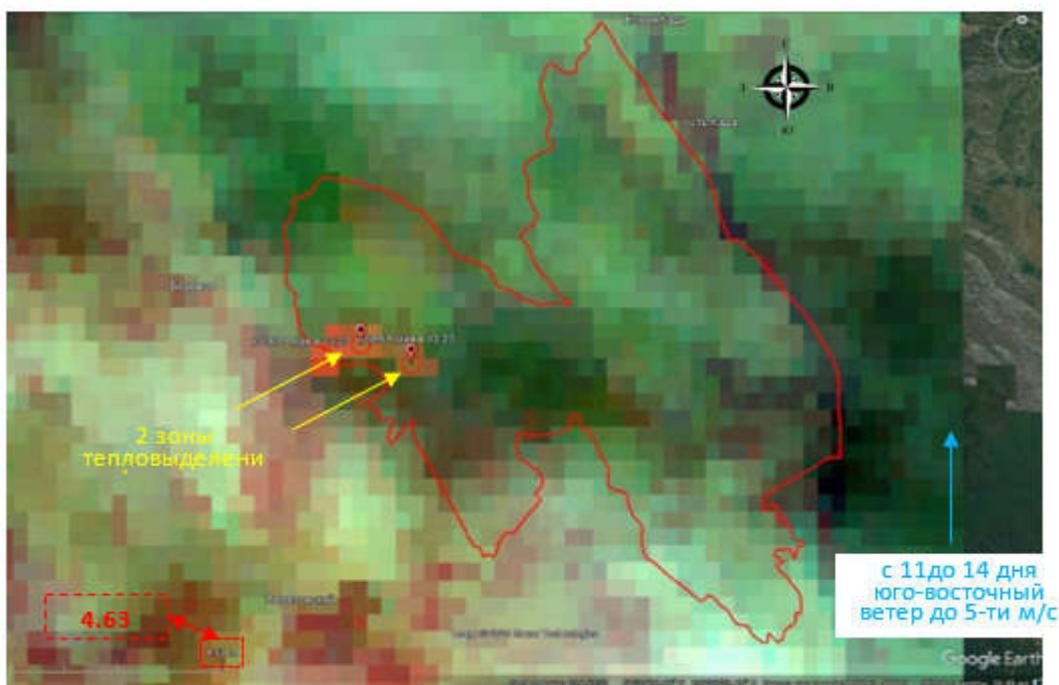


Рис. 3. Скриншот-схема зоны пожара. Снимок осуществлен прибором VIIRS

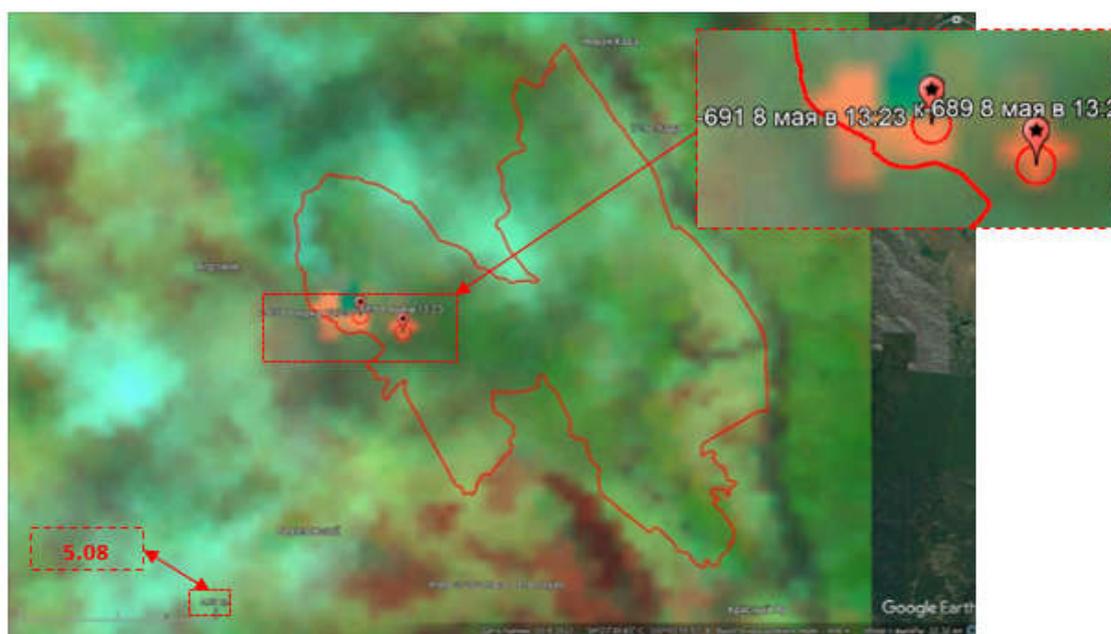


Рис. 4. Скриншот-схема зоны пожара. Снимок осуществлен прибором Modis

Таким образом на основании анализа представленных спутниковых данных можно сделать промежуточный вывод о наличии 2-х независимых очаговых зон, расположенных в западной части общей площади пожара.

Для наглядного представления и анализа динамики развития пожара ниже приведены 3 спутниковых снимка (рисунок 5), отражающие последовательное развитие горения с запада на восток в течении 8-9 дней. Предполагается, что на развитие пожара оказало влияние ветра.

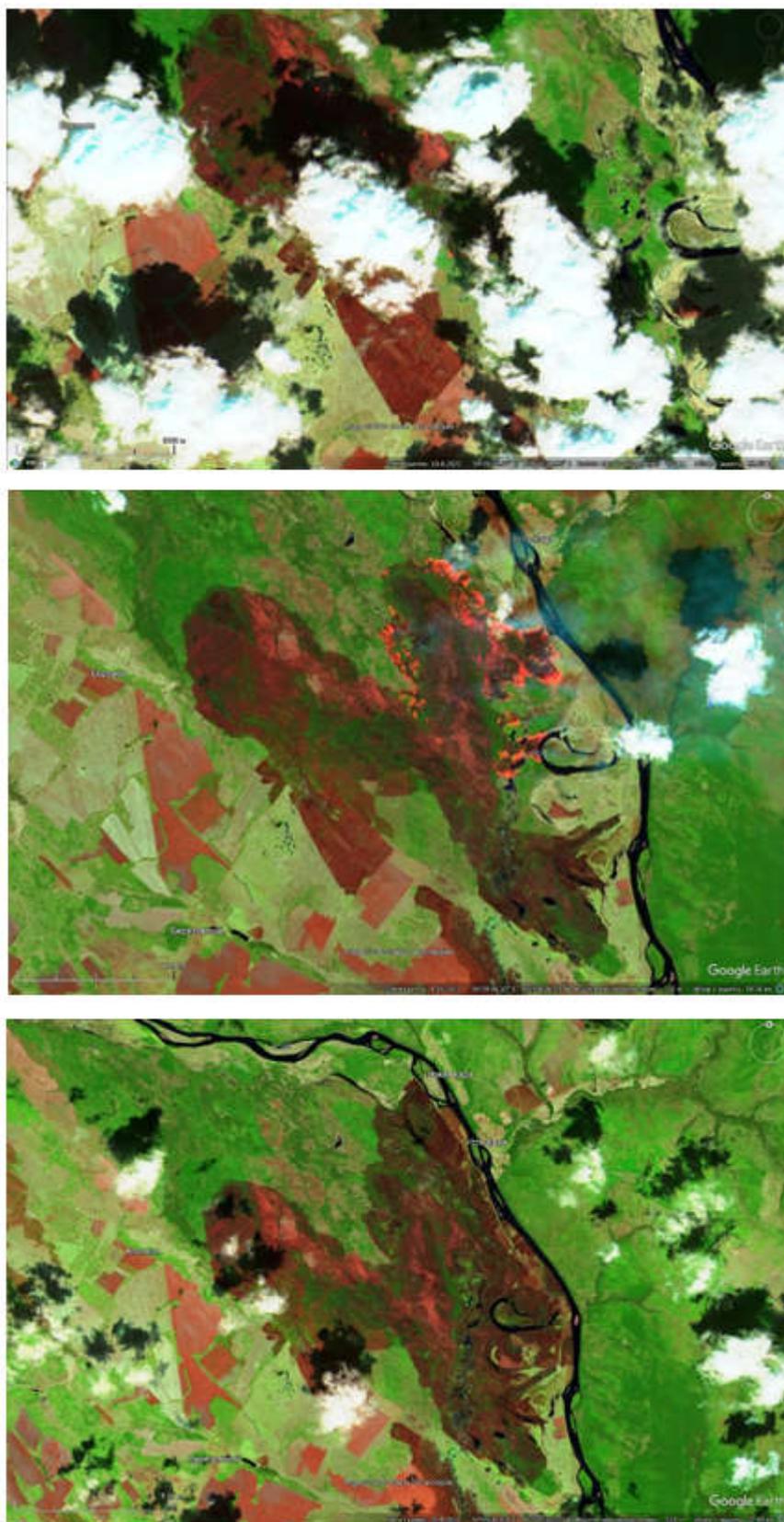


Рис. 5. Динамика развития пожара

Также необходимо провести анализ местности пожара с наложением квартальной сетки лесничества. Для наглядного представления расположения данных кварталов относительно общей площади пожара приведен скриншот ФГИС ЛК «Публичная лесная карта». Данный картографический web-ресурс, содержит данные о категориях целевого назначения лесов на федеральном уровне, в т.ч.

имеет возможность наложения слоёв с указанием номеров кварталов территориальных участков и дач (см. рисунок 6).

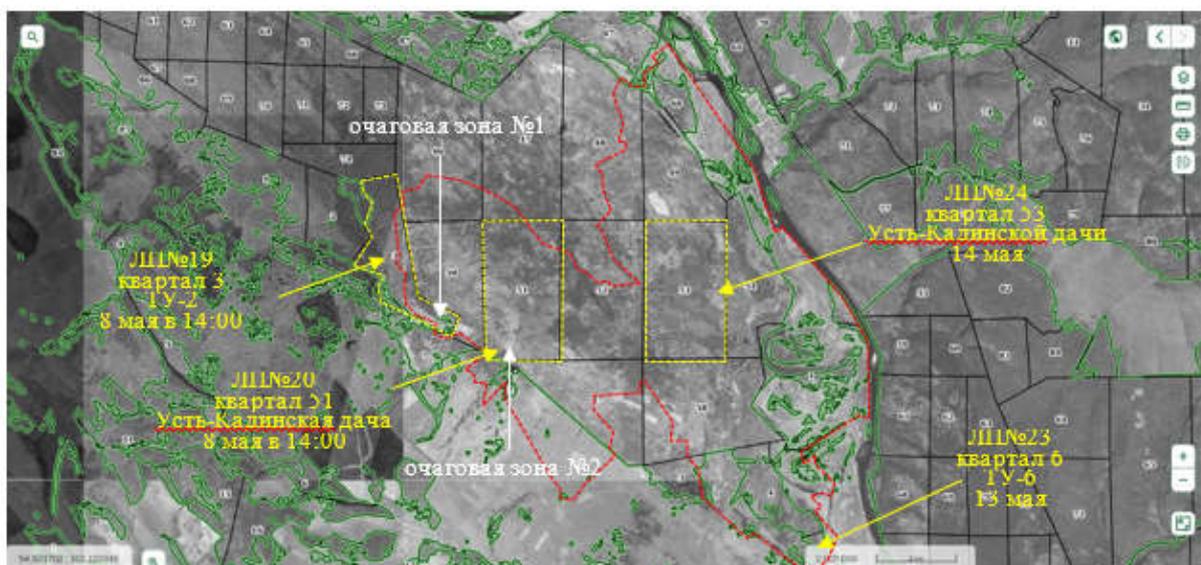


Рис. 6. Скриншот-схема картографического web-ресурса ФГИС ЛК «Публичная лесная карта». На схему нанесены примерные границы пожара и лесных кварталов

Продолжая анализ, с учётом расположения очаговых зон, анализируются метеорологические данные. В данном случае рельеф местности в западной части пожара не имеет перепадов высот и на распространение пожара влияния не оказал.

В представленных материалах имеется метеорологическая информация о погодных условиях по данным метеостанции. В рассматриваемом случае в начальной стадии в каждой из очаговых зон под воздействием слабого юго-восточного ветра основной фронт принял северо-западное направление, в последующем в период с 17 до 20 часов порывы юго-восточного ветра до 13 м/с оказали существенное влияние на интенсивное развитие пожара в северо-западном направлении. Соответственно северо-западный фронт пожара от очаговой зоны №2 вероятнее всего достиг очаговой зоны №1, после чего пожары объединились в более крупный.

На основании проведённого анализа термических поражений, зафиксированных в представленных протоколах осмотра места пожара, запечатлённых на фотоснимках, схем пожара, спутниковых и метеорологических данных, в данном случае установлено 2 независимых очаговых зоны пожара, на относительно небольшом удалении друг от друга. В последующим пожары объединились в один более крупный пожар, продолжавшийся несколько дней. Фронт пожара был изменчивым, распространялся в северном, северо-восточном, восточном, юго-восточном и южном направлениях.

Список использованных источников

1. Чешко И. Д. [и др.]. Экспертное исследование природных пожаров. Методическое пособие / И. Д. Чешко, А. Ю. Парийская, М. Ю. Принцева, Н. В. Петрова, С. Ф. Лобова, [и др.], СПб: СПб университет ГПС МЧС России, 2019. 179 с.
2. John D. DeHaan, David J. Icovе Kirk's fire investigation. 7th ed. / John D. DeHaan, David J. Icovе, New Jersey, United States of America:, 2012. 800 с.
3. Картографический интернет-сервис: Sentinel Hub EO Browser [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/> (дата обращения 20.05.2024 г.).
4. Google Геоинформационная система Google Earth Pro (программа)// <https://www.google.com/earth/about/versions/#earth-pro> (дата обращения 20.05.2024 г.).
5. Котельников Р. В. [и др.]. Применение информационной системы дистанционного мониторинга «ИСДМ-Рослесхоз» для определения пожарной опасности в лесах Российской

Федерации: учебное пособие / Р. В. Котельников, В. Л. Сементин, В. Е. Щетинский, Е. А. Лупян, Е. В. Флитман, [и др.]. 2007. 82 с.

Информация об авторах

А.С. Горбунов – кандидат технических наук

Information about the author

A.S. Gorbunov - Ph.D. of Engineering Sciences

Статья поступила в редакцию 28.06.2024, одобрена после рецензирования 27.07.2024, принята к публикации 25.09.2024.

The article was submitted 28.06.2024, approved after reviewing 27.07.2024, accepted for publication 25.09.2024.