

Научная статья
УДК 614.842.9
doi: 10.34987/2712-9233.2022.98.57.018

Пути совершенствования систем мониторинга лесных пожаров на территории Республики Тыва

Ирина Николаевна Двойцова¹
Айдыс Геннадьевич Монгуш²

¹Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железнодорожск, Россия

²Главное управление МЧС России по Республике Тыва, Кызыл, Республика Тыва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ирина Николаевна Двойцова, din-1972@mail.ru

Аннотация: Мониторинг лесных пожаров на территории Республики Тыва имеет важное значение. Целью проведения мониторинга является профилактика и предотвращение горения лесов, а также защита населенных пунктов и объектов инфраструктуры. В настоящей статье проведен сравнительный анализ систем мониторинга лесных пожаров, предложены пути совершенствования мониторинга территорий.

Ключевые слова: лесные пожары, Республика Тыва, мониторинг пожаров, системы мониторинга пожаров

Для цитирования: Двойцова И.Н., Монгуш А.Г. Пути совершенствования систем мониторинга лесных пожаров на территории Республики Тыва // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2022. № 4 (8). С. 91-95. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2022.98.57.018>.

Ways of improving monitoring systems for wildfires in the Republic of Tyva

Irina N. Dvoitsova
Aydys G. Mongush

¹Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

²The Main Department of EMERCOM of Russia for the Republic of Tyva, Kyzyl, Russia

Corresponding author: Irina N. Dvoitsova, din-1972@mail.ru

Abstract: Wildfire monitoring in the Republic of Tyva is extremely important. The purpose of the monitoring is prevention and avoidance of wildfires as well as protection of localities and infrastructure. In this article, the analysis of monitoring systems for wildfires is conducted and proposed ways to improve monitoring of territories.

Key words: wildfires, the Republic of Tyva, monitoring of wildfires, wildfires monitoring systems

For citation: Dvoitsova I.N., Mongush A.G. Ways of improving monitoring systems for wildfires in the Republic of Tyva // Actual problems of safety In the technosphere.2022;4(8):91-95. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2022.98.57.018>.

Рассматривая эффективность мониторинга лесных пожаров, проведем сравнение некоторых аспектов систем мониторинга, а именно - ИСДМ-Рослесхоз [1] и ГИС «Каскад» [2]. Системы получают данные с одних и тех же спутников - Terra, Aqua и NOAA.

Рассмотрим основные отличия систем ИСДМ-Рослесхоз и ГИС «Каскад».

1) Основное назначение ИСДМ-Рослесхоз – это охрана лесов от пожаров. В ИСДМ-Рослесхоз принята четкая иерархия мониторинга территорий. В качестве примера приведем тот факт, что умолчанию игнорируются безлесовые территории, а также земли Министерства обороны. У зоны космического мониторинга 2-го уровня - последний приоритет. Зачастую этот факт является основанием для отказа

от наземной проверки. Единственная информация о рисках для населения в ИСДМ – это привязка к ближайшему населённому пункту.

2) Основное назначение ГИС «Каскад» - это оценка рисков для населения. В этой связи, с привязкой к ближайшему населённому пункту также идет оценка близости термических точек:

- от других населённых пунктов в радиусе 10 км;
- от газопроводов,
- от нефтепроводов,
- от железных дорог,
- от объектов РосАтома,
- от федеральных автодорог,
- от линий электропередач,
- от отчуждённых радиоактивных территорий,
- от мест массового отдыха людей.

3) Дистанция отслеживания – это 10 км от термоточки. Отдельно отслеживаются термоточки вблизи государственной границы РФ.

4) ГИС «Каскад» от ИСДМ-Рослесхоз отличает тот факт, что возможен мониторинг территорий других стран (например, по просьбам дружественных стран, таких, как Казахстан, Сербия и др.).

5) Системы ИСДМ-Рослесхоз и ГИС «Каскад» получают данные с одних и тех же спутников - Terra, Aqua и NOAA. Но если в ИСДМ-Рослесхоз применяется полностью автоматические методы обнаружения термических точек, то в ГИС «Каскад» применяется еще и визуальная первичная фильтрация термических точек оператором.

6) В ГИС «Каскад» помимо автоматизации используется ручной труд. Но, даже несмотря на это, в данной системе на обработку данных уходит меньше времени, чем у ИСДМ-Рослесхоз.

Например, по данным ИСДМ, время от момента съёмки составляет примерно 2 часа 15 минут (от 4 минут до 13 часов). В ГИС «Каскад» оно составляет примерно 31 минуту (от 12 минут до 1 часа 40 минут) по данным 90% наблюдений за 2021 год.

7) Чувствительность обнаружения термических точек у ГИС «Каскад» выше: первое наблюдение пожара происходит примерно на сутки раньше, чем в ИСДМ-Рослесхоз. Этот факт можно объяснить тем, что оператор вручную адаптирует параметры классификации по карте температур в районе мониторинга. В автоматическом же режиме функционирования ИСДМ-Рослесхоз это сделать не представляется возможным.

Таким образом, сравнивая эффективность применения систем ИСДМ - Рослесхоз и ГИС «Каскад» можно отметить, что оперативные данные, предоставляемые ГИС «Каскад», имеют большую ценность для мониторинга лесных пожаров, особенно в пожароопасный период.

Рассматривая эффективность мониторинга на современном этапе на территории Республики Тыва, необходимо уточнить, что данные с ИСДМ-Рослесхоз и ГИС «Каскад» поступали с задержкой. Порой задержка составляла несколько часов.

Со спутника «Himawari-8» данные постоянно обновляются (через 10 минут). Это помогает не только быстро выявить термоточки, но и успеть отправить силы и средства для ликвидации возгорания лесного пожара (рис.1).



Рис. 1. Работа системы «Himawari-8» в режиме реального времени

Таким образом, эффективность применения ГИС «Himawari-8» на более высоком уровне.

Анализ мониторинга лесных пожаров на территории Республики Тыва выявил тот факт, что при мониторинге используются системы ИСДМ-Рослесхоз и ГИС «Каскад». Однако этого явно

недостаточно, учитывая горимость лесных массивов на территории Республики Тыва. Из бюджета выделены средства для улучшения ситуации.

Большую помощь оказывают недавно установленные системы мониторинга лесных пожаров «Лесной Дозор». На сегодня действуют 6 камер, что очень мало для большого региона. Также применение для мониторинга беспилотных летательных аппаратов (дронов) оказывает существенную помощь по поиску точек горения.

На основании вышеизложенного в качестве путей совершенствования систем мониторинга лесных пожаров на территории Республики Тыва можно предложить нижеследующее:

- 1) оценить эффективность системы «Лесной Дозор» и применения дронов для наблюдения за лесопокрытыми площадями;
- 2) оценить целесообразность применения системы «Лесной Дозор» и дронов с экономической точки зрения;
- 3) предложить наиболее эффективный и экономически выгодный к применению на территории Республики Тыва вариант.

«Лесной Дозор» использует систему анализа леса Forest Coverage Analysis System (ForCAS, рис. 2).

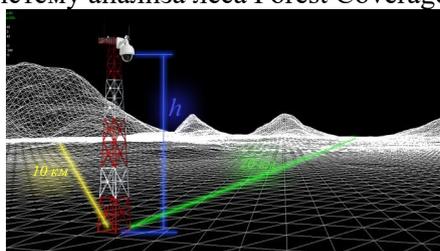


Рис. 2. Система ForCAS

У самой системы мониторинга «Лесной Дозор» (рис.3, рис. 4) есть следующие преимущества:

- 1) радиус обзора одной точки - до 30 км;
- 2) точность определения координат очага - до 250 м;
- 3) точность определения направления на очаг возгорания - 0,5 градуса;
- 4) интеграция и учет метеорологических данных;
- 5) время, необходимое для обзора одной точки мониторинга - около 10 мин;
- 6) количество точек мониторинга на одного оператора составляет до 20 шт. (в перспективе планируется довести до 50-ти шт.).
- 7) количество точек в системе не ограничено.

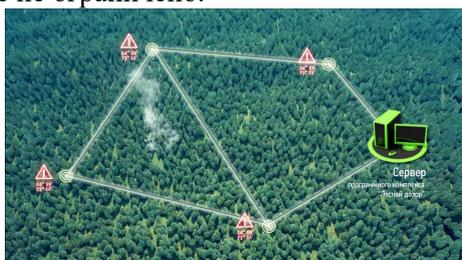


Рис. 3. Программный комплекс системы «Лесной Дозор»

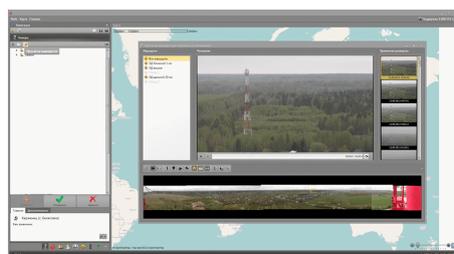


Рис. 4. Аппаратная часть системы «Лесной Дозор»

Лесные ландшафты занимают около 70% всей территории Тывы и располагаются преимущественно на высоте 1500 - 2300 метров над уровнем моря. Степи, занимающие 30% территории, имеют сухой или полупустынный характер. Местами они расчленяются облесенными хребтами. Вдоль рек, по поймам,

тянутся зеленые луга разнотравья, прибрежные леса и кустарники, состоящие из тополя, березы, ольхи, черемухи, барбариса, облепихи, шиповника, караганы и др [5].

Сведем основные данные по трем субъектам на территории Республики Тыва, наиболее подверженным лесным пожарам, в табл. 1:

Табл. 1 Площади, покрытые лесом

Субъект	Площадь субъекта, км ²	Площадь, покрытая лесной растительностью	
		тыс. га	км (1 га=0,01 км ²)
1	2	3	4
Кызылский район	431892	29443	294430
Дзун-Хемчикский район	787633	52000	520000
Каа-Хемский район	361908	22029	220290

Рассчитаем для каждой территории, сколько необходимо иметь точек в системе «Лесной Дозор» при учете радиуса обзора одной точки в 30 км.

Кызылский район: $294430/30=9814$ шт.

Дзун-Хемчикский район: $520000/30=17333$ шт.

Каа-Хемский район: $220290/30=7343$ шт.

Рассчитаем количественную необходимость программного обеспечения (ПО) при учете того, что 1 оператор может обслуживать 20 точек.

Кызылский район: $9814/20=491$ ед.

Дзун-Хемчикский район: $17333/20=867$ ед.

Каа-Хемский район: $7343/20=367$ ед.

Расчет стоимости включает в себя закупки камер, а также монтаж, техническое обслуживание, дополнительный сервис и заработную плату операторов.

Следует отметить, что система «Лесной Дозор» использует Forest Coverage Analysis System - систему анализа леса на период пожароопасного сезона за ежемесячную плату. В рамках подобной модели заказчик платит не за владение ПО, а только за его аренду. Программное обеспечение «Лесного Дозора» за 1 год составляет 16000 руб.

Выполним предварительный расчет необходимой суммы для реализации проекта в полном объеме и только 50% покрытия (табл.2).

Табл.2 Экономические затраты на аренду ПО «Лесного Дозора»

Субъект	Кол-во ПО для 1 оператора	Затраты на ПО	
		100% покрытия, тыс. руб.	50% покрытия, тыс. руб.
1	2	3	4
Кызылский	491	785,6	392,8
Дзун-Хемчикский район	867	1387,2	693,6
Каа-Хемский район	367	587,2	293,6
Всего		2770	1380

Рассмотрим применение БПЛА, их эффективность и затраты на них.

Условная классификация разделяет БПЛА на:

- микро-класс (работа в ближней зоне),
- малый класс (работа на среднем удалении),
- средний класс (работа на удалении до 100 км),
- большой класс (работа на удалении свыше 100 км).

Для территории Республики Тыва с его лесным фондом целесообразно применение БПЛА среднего класса (рис.5). Производительность БПЛА среднего класса - 35 км²/ч.

Продолжительность полета БПЛА в среднем 4 часа. Следовательно, каждый БПЛА в день может быть запущен 2 раза и произвести съемку $35 \cdot 4 \cdot 2=280$ км².



Рис. 5. БПЛА

Расчет количественной необходимости БПЛА по районам приведен в табл.е 3.

Табл. 3 Расчет необходимого количества БПЛА

Субъект	Площадь, покрытая лесной растительностью, км	Кол-во БПЛА для ежедневного охвата всей территории субъекта, ед	Кол-во БПЛА для ежедневного охвата 5% территории субъекта, ед
1	2	3	4
Кызылский район	294430	1051	51
Дзун-Хемчикский район	520000	1857	94
Каа-Хемский район	220290	787	40

Стоимость одного БПЛА в среднем составляет 100 тыс. руб., следовательно, даже для Амурской области стоимость необходимого количества БПЛА составит $40 \cdot 100 = 4000$ тыс. руб., что с экономической точки зрения очень затратно.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для территории Республики Тыва наиболее эффективно и экономично использование системы «Лесной Дозор».

Также необходимо обратить внимание на дальнейшие планы разработки и автоматизации в рамках системы «Лесной Дозор», включающие нижеследующее:

- 1) Высокий уровень автоматизации процесса определения координат.
- 2) Высокий уровень автоматизации процесса построения маршрутов патрулирования субъекта.
- 3) Улучшение характеристик системы обнаружения ПОО в вопросах видеоизображения.
- 4) Автоматизация связей между различными стадиями процесса, позволяющая обеспечить наибольшую разгрузку оператора, тем самым предоставляя ему возможность больше внимания уделять процессу принятия решений.

Список источников

1. ИСДМ-Рослесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%A1%D0%94%D0%9C%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B>.

2. Специализация по ГИС «Каскад» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sybcom.ru/software/specifikaciya-PO-KASKAD/>.

3. Ершов Д.В., Ковганко К. А., Шуляк П. П. Современные возможности геоинформационной системы мониторинга лесных пожаров ГИС ИСДМ-Рослесхоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-vozmozhnosti-geoinformatsionnoy-sistemy-monitoringa-lesnyh-pozharov-gis-isdm-rosleshoz>.

4. Кудрин А.Ю., Запорожец А. И., Подрезов Ю.В. Современные методы обнаружения и мониторинга лесных пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-obnaruzheniya-i-monitoringa-lesnyh-pozharov>.

5. Сайт Главного управления МЧС России по Республике Тыва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://17.mchs.gov.ru/>.

Информация об авторах

И.Н. Двойцова - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the author

I.N. Dvoitsova - Ph.D. of Agricultural Sciences

Статья поступила в редакцию 16.11.2022; одобрена после рецензирования 14.12.2022; принята к публикации 21.12.2022.

The article was submitted 16.11.2022, approved after reviewing 14.12.2022, accepted for publication 21.12.2022.