

УДК 614.841

DOI 10.48612/ntp/a1z6-x9mt-f4rh

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПРИ ФИКСАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ДИНАМИКИ ПРИРОДНОГО ПОЖАРА**

**А. О. СЕМЕНОВ, Д. В. КАЛАШНИКОВ, А. Г. БУБНОВ, Л. Б. ТИХАНОВСКАЯ**

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново  
E-mail: kalashnikovdv33@gmail.com

Определение направления развития и динамика природного пожара необходимы для установления места, в котором возникло первоначальное горение. В настоящее время обнаружение природного пожара не обходится без использования средств мониторинга. Комплексное использование различных методов обеспечивает своевременное обнаружение горения на начальных этапах. Эти методы мониторинга позволяют непрерывно наблюдать за развитием пожара с фиксированием его характеристик, которые могут быть использованы в экспертной деятельности по исследованию причин его возникновения.

В работе рассмотрены современные функциональные возможности методов и средств комплексной системы мониторинга, результаты которых задействованы при определении причины возникновения пожара. Сформулировано авторское понятие комплексной системы мониторинга. Рассмотрены возможности комплексной системы мониторинга для фиксации направления развития и динамики природных пожаров, используемые в пожарно-технической экспертизе. Проведена оценка использования комплексной системы мониторинга в практической деятельности ведомств, занимающихся вопросами расследования лесных пожаров. На практическом примере проанализированы современные функции системы космического мониторинга для получения информации о пожаре, применяемой экспертами для исследования механизма его развития и определения технической причины. Разработан алгоритм изучения характеристик природного пожара для использования в практической деятельности судебно-экспертных учреждений, которые решают задачи по установлению причин возникновения пожара.

**Ключевые слова:** мониторинг природных пожаров, экспертное исследование, динамика, очаг пожара, комплексная система мониторинга.

## **THE USE OF MONITORING SYSTEMS FOR RECORDING THE DIRECTION OF DEVELOPMENT AND DYNAMICS OF A WILDFIRE**

**A. O. SEMENOV, D. V. KALASHNIKOV, A. G. BUBNOV, L. B. TIKHANOVSKAYA**

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education  
«Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation  
for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,  
Russian Federation, Ivanovo  
E-mail: kalashnikovdv33@gmail.com

The direction of development and dynamics of a wildfire are necessary to establish the location where the initial combustion occurred. Currently, the detection of a natural fire is not complete without the use of monitoring tools. The complex use of various methods ensures timely detection of combustion at the initial stages. Various monitoring methods make it possible to continuously monitor the development of a fire with the recording of its characteristics, which can be used in expert activities to investigate the causes of its occurrence.

The paper considers the modern functionality of the methods and tools of an integrated monitoring system, the results of which are involved in determining the cause of a fire. The author's concept of an integrated monitoring system is formulated. The possibilities of an integrated monitoring system for recording the direction of development and dynamics of wildfires used in fire technical expertise are considered. An assessment of the use of an integrated monitoring system in the practical activities of agencies involved in the investigation of forest fires has been carried out. Using a practical example, modern functions of the space monitoring system are analyzed to obtain information about a fire, used by experts to study the mechanism of

its development and determine the technical cause. An algorithm has been developed for studying the characteristics of a natural fire for use in the practical activities of forensic institutions that solve problems of determining the causes of a fire.

**Key words:** wildfire monitoring, expert research, dynamics, fire source, integrated monitoring system.

### Введение

Анализ примеров возникновения различных природных пожаров показал, что возгорание имеет быстрое развитие за ограниченный промежуток времени в условиях наличия достаточного количества легковозгораемых лесных материалов. При этом в определенные отрезки времени не исключается изменение направления развития и динамики природного пожара, которое связано с изменениями погодных условий и вовлечением в горение горючих лесных материалов [1].

Информация о направлении развития и динамики природного пожара используется в обязательном порядке в ходе экспертного исследования при определении места первоначального возникновения горения. Особенность исследования природных пожаров заключается в невозможности определить очаг пожара, как конкретную точку взаимодействия источника зажигания с горючим материалом. В связи с этим, решающее значение для определения зоны места первоначального возникновения горения имеют сведения о границах обнаруженной площади горения на начальном этапе развития пожара, её привязке к местности, направлении развития и динамике горения в различные периоды времени. Эти данные формируются путём применения различных средств мониторинга, которые впоследствии изучаются экспертами в ходе решения экспертной задачи. Решение экспертных задач должно осуществляться с применением специальных знаний и использованием современных технических средств. С этой целью могут применяться современные средства комплексной системы мониторинга, которые позволяют не только обнаружить зону очага пожара на начальном этапе его развития, но и зафиксировать развитие горения в различные периоды времени. Таким образом, комплексная система мониторинга вносит большой вклад в получение информации, отражающей направление развития и динамику природного пожара.

### Цель и методы исследования

Целью работы явилось рассмотрение и описание современных функциональных возможностей методов и средств комплексной системы мониторинга по фиксированию направления развития и динамики природного пожара, результаты которых используются в ходе осуществления экспертной деятельности по

выявлению очага пожара и определению причины его возникновения.

В ходе исследования решалась задача по описанию современных функциональных возможностей средств комплексной системы мониторинга природных пожаров с формулировкой авторского понятия применения результатов подобной системы. Также проведена оценка использования комплексной системы мониторинга в практической деятельности ведомств, занимающихся вопросами расследования лесных пожаров.

По результатам проведенного исследования использованы следующие методы: анкетирование, описательный анализ, аналитический метод, ретроспективный анализ, метод декомпозиции. В работе представлено описание современных средств и методов, входящих в комплексную систему мониторинга. Аналитический метод позволил описать современные функциональные возможности средств комплексной системы мониторинга, а также возможности применения результатов от их использования в экспертной деятельности по установлению очага пожара. Метод анкетирования позволил оценить реализацию применения средств мониторинга в практической деятельности судебно-экспертных учреждений и подразделений, занимающихся вопросами расследования лесных пожаров. Метод описательного анализа позволил исследовать результаты от применения космического мониторинга реальных пожаров с использованием полученных данных для оценки направления развития и динамики природных пожаров. С использованием метода декомпозиции авторами разработана блок-схема, которая отражает алгоритм применения результатов комплексной системы мониторинга природных пожаров в рамках экспертной деятельности по установлению очага пожара.

### Основная часть

В целях мониторинга природных пожаров в России созданы подразделения наземной и авиационной охраны лесов от пожаров, которые функционируют в круглогодичном режиме. С началом пожароопасного сезона и в течение всего этого периода начинается активная фаза мониторинга с привлечением космических, авиационных и наземных сил и средств [2, 10].

Кроме того, в настоящее время определенную популярность приобретают беспилотные летательные аппараты для ведения

мониторинга природных пожаров. Также в качестве еще одного вида в последние годы выделяют видеомониторинг [3].

Современный этап развития методологии спутникового мониторинга лесов определяется беспрецедентно высоким уровнем доступности спутниковых данных, возможностью их оперативного получения, развитием автоматизированных технологий предварительной и тематической обработки данных [4].

Распределение космических снимков позволяет в процессе подготовки к пожароопасному сезону прогнозировать вероятные места возникновения природных пожаров и возможные варианты их развития на основании статистических данных [5].

Анализ зарубежного опыта также говорит о важности использования космического мониторинга в целях прогнозирования и отслеживания путей развития природного пожара. В качестве примера отметим проект WIFIRE, который представлен комплексной системой для моделирования пожара на основе данных прогнозирования и визуализации поведения лесных пожаров в режиме реального времени. Разнообразные спутниковые данные и данные наземных датчиков в режиме реального времени с использованием вычислительных методов обработки сигналов обеспечивают мониторинг окружающей обстановки и погодных условий с целью прогнозирования скорости распространения лесного пожара [6].

Следовательно, результаты от применения комплексной системы мониторинга являются объективными данными для установления обстоятельств возникновения и развития природного пожара. Различные технологии распознавания признаков горения позволяют отследить место его возникновения, пути распространения и оценить динамику, а также передать информацию в соответствующие службы для ее архивирования. База данных по конкретному пожару впоследствии может использоваться в целях расследования всех обстоятельств подобного происшествия.

При этом, только совокупность применения всех средств системы мониторинга позволяет получать и исследовать объективную информацию о параметрах природного пожара, необходимую для экспертного исследования по решению вопросов о механизмах и условиях развития пожара. В качестве примера к таким данным можно отнести тип пожара, виды горючих материалов, степень термических поражений, температура воздуха, влажность, скорость и направление ветра, рельеф местности. Вместе с тем, направление развития и динамика пожара может определяться не всеми видами мониторинга. Исключение составляет наземный мониторинг, особенностью которого является

фиксирование информации о признаках горения в первоначальный момент времени, когда площадь горения незначительна. Методом наземного мониторинга можно выявить признаки направленности распространения горения на участке природного пожара [7].

Ряд исследователей предполагают, что применение систем спутникового мониторинга лесных пожаров в рамках доследственной проверки значительно повышает качество проводимых следственных мероприятий. Отмечается, что использование данных спутниковой информации помогает экспертам в ситуациях, когда возникают трудности с установлением очага пожара [8].

Система спутникового мониторинга лесных пожаров является незаменимым источником объективной информации, позволяющей эксперту на высоком уровне решать ряд экспертных задач. Вместе с тем, какие-либо методические рекомендации по применению систем в настоящее время отсутствуют [9].

Таким образом, только комплексная система мониторинга природных пожаров позволяет выявить признаки горения как на начальном этапе развития, так и на этапе активного распространения. Под комплексной системой мониторинга авторами понимается совокупность использования всех средств мониторинга природного пожара, которые позволяют отслеживать возникновение и развитие горения в реальном времени с накоплением архивной информации по нему. Данная информация необходима для использования в дальнейшем в ходе проведения пожарно-технических исследований. Однако, авторским коллективом отмечается проблема по использованию результатов комплексной системы мониторинга в рамках экспертного исследования природных пожаров. Данная проблема заключается в том, что отсутствуют алгоритмы действий для экспертов по использованию характеристик пожара, фиксируемых средствами мониторинга, которые используются по наблюдению за развитием горения в реальном времени.

#### **Результаты исследований и обсуждение**

В ходе исследования авторами проведено анкетирование коллективов учреждений различных ведомств системы экспертной деятельности, которые занимаются вопросами расследования лесных пожаров с целью раскрытия их причин и условий, способствовавших возникновению горения. Анкетный опрос проводился среди сотрудников различных подразделений трех федеральных округов Российской Федерации. Количество опрошенных лиц в Центральном федеральном округе РФ составило 16 человек, в Северо-Западном федеральном округе

РФ – 15 человек, в Уральском федеральном округе РФ – 11 человек. В итоге, общее количество опрошенных лиц различных подразделений по трем федеральным округам составило 42 человека.

В анкетах были указаны вопросы, связанные с использованием различных видов мониторинга в ходе проведения экспертного

исследования. С учётом ответов получены сводные данные, отражающие особенности использования сотрудниками ведомств системы экспертной деятельности информации от средств системы мониторинга в ходе проведения исследования природных пожаров. Сводные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сводные данные по результатам анкетирования сотрудников

Вопросы	Расположение учреждений	Варианты ответов				Пояснения
		Часто	Иногда	Редко	Никогда	
Используется ли информация от применения средств мониторинга в ходе исследования природных пожаров?	Центральный федеральный округ РФ		+			Использование информации, полученной по результатам применения средств мониторинга, зависит от объема материалов, предоставляемых органами дознания и следствия
	Северо-Западный федеральный округ РФ			+		
	Уральский федеральный округ РФ			+		
Используете ли данные, по результатам применения спутникового мониторинга?	Центральный федеральный округ РФ		+			В практической деятельности используются данные по результатам анализа материалов по термоточкам на местности, с учетом фиксации их в материале проверки
	Северо-Западный федеральный округ РФ			+		
	Уральский федеральный округ РФ		+			
Применяются ли в практике беспилотные летательные аппараты для оценки площади и динамики природного пожара?	Центральный федеральный округ РФ		+			Применение зависит от возможности использования беспилотных летательных аппаратов на конкретной территории при сложившихся обстоятельствах пожара
	Северо-Западный федеральный округ РФ			+		
	Уральский федеральный округ РФ			+		
Были ли ситуации, когда данные мониторинга помогли более точно установить очаг природного пожара?	Центральный федеральный округ РФ	+				Данные мониторинга дополняли комплекс информации для установления очага пожара
	Северо-Западный федеральный округ РФ		+			
	Уральский федеральный округ РФ	+				

Анализ сводных данных по результатам анкетирования сотрудников показал, что отмечается недостаточно частое использование результатов мониторинга в практических целях. Использование результатов от применения

системы мониторинга также зависит от объема материалов, предоставляемых органами дознания и следствия. Для получения необходимой информации органы дознания должны подготовить запросы в соответствующие

организации с дальнейшим направлением полученной информации в судебно-экспертные учреждения. Кроме того, в результате анкетирования установлено, что информация от средств мониторинга в большинстве случаев помогала более точно установить очаг природного пожара.

В [9] также отмечается, что сотрудниками судебно-экспертного учреждения достаточно часто применяется метод анализа спутниковых снимков при решении экспертных задач. Авторы отмечают этот положительный опыт использования результатов космического мониторинга для проведения исследования различных природных пожаров.

Таким образом, как показал метод анкетирования, использование средств мониторинга в целях пожарно-технических исследований происходит не во всех случаях. Вместе с тем, при их применении достигается эффективность, связанная с установлением направления развития и динамики природного пожара.

Как отмечалось ранее, для решения задач экспертного исследования эксперту важно иметь максимальный объём объективной информации об особенностях и условиях возникновения пожара. Результаты от применения комплексной системы мониторинга будут являться объективными данными для установления обстоятельств возникновения и развития

каждого природного пожара. Подобная комплексная система мониторинга важна для исследования пожара с целью определения механизма и причин возникновения возгорания. В ходе реконструкции процесса развития горения могут использоваться результаты применения средств различных видов мониторинга.

Соответственно, на основании вышеизложенного, авторами в ходе проведенного исследования применялся ретроспективный анализ результатов космического мониторинга данных по лесным пожарам. С помощью имеющихся данных в информационной системе дистанционного мониторинга осуществлялось изучение архивных снимков до и после пожара для оценки его динамики.

В качестве первого примера рассмотрим результаты космического мониторинга одного из крупных пожаров, зарегистрированного в данной системе. В 02 ч 55 мин спутником обнаружена одна детектированная «горячая точка» по зоне пожара на площади 3 га, в том числе покрытые лесом 2 га. Около 13 ч этого же дня данный пожар был зафиксирован в ходе авиационного мониторинга (сообщение от лётчика-наблюдателя с воздушного судна) на площади 4 га. Пожар имел развитие в течение семи дней.

В карточке учёта лесного пожара отмечена динамика (табл. 2).

Таблица 2. Динамика пожара из карточки учёта системы

Дата наблюдения за пожаром	Пройденная огнем площадь, га			
	с момента возникновения		за сутки	
	всего	в т.ч. покрытая лесом	всего	в т.ч. покрытая лесом
Первый день	3	2	3	2
Второй день	114	84	111	82
Пятый день	1379	1070	1256	986
Шестой день	3995	2920	2616	1850
Седьмой день	4143	3030	148	110

Анализируя данные табл. 2 можно заключить, что наибольшая интенсивность пожара наблюдалась на шестой день развития. Впоследствии развитие пожара имело резкое уменьшение, что отразилось на пройденной огнём площади. Данная информация иллюстрирует динамику пожара.

К карточке пожара была приложена картографическая схема на каждый день развития, по которой определяется направление развития. Авторами подготовлена иллюстративная часть, отражающая направление развития горения, с использованием общедоступной карты местности из сети интернет и материалов карточки учета информационной системы дистанционного мониторинга (табл. 3). На иллюс-

тративном материале линиями отмечена площадь зоны горения.



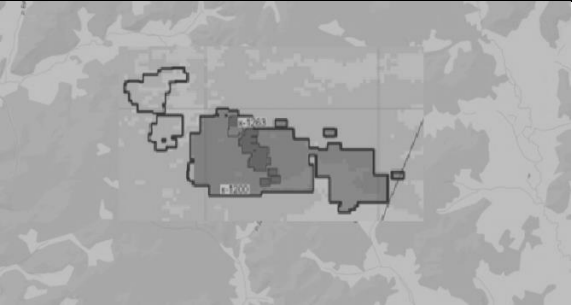
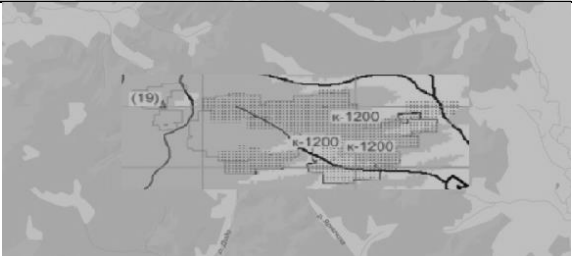
По иллюстративным картам можно сделать вывод о направлении развития из зоны первоначального возникновения горения в северную, западную и восточную стороны. С преобладанием в северную и восточную стороны. Затем на границах к данному пожару возникли дополнительные очаги горения, которые были объединены в одну общую зону пожара. По данной информации выявлено направление развития горения. В учётной карточке пожара были приведены и координаты точки регистрации первоначального возникновения пожара.

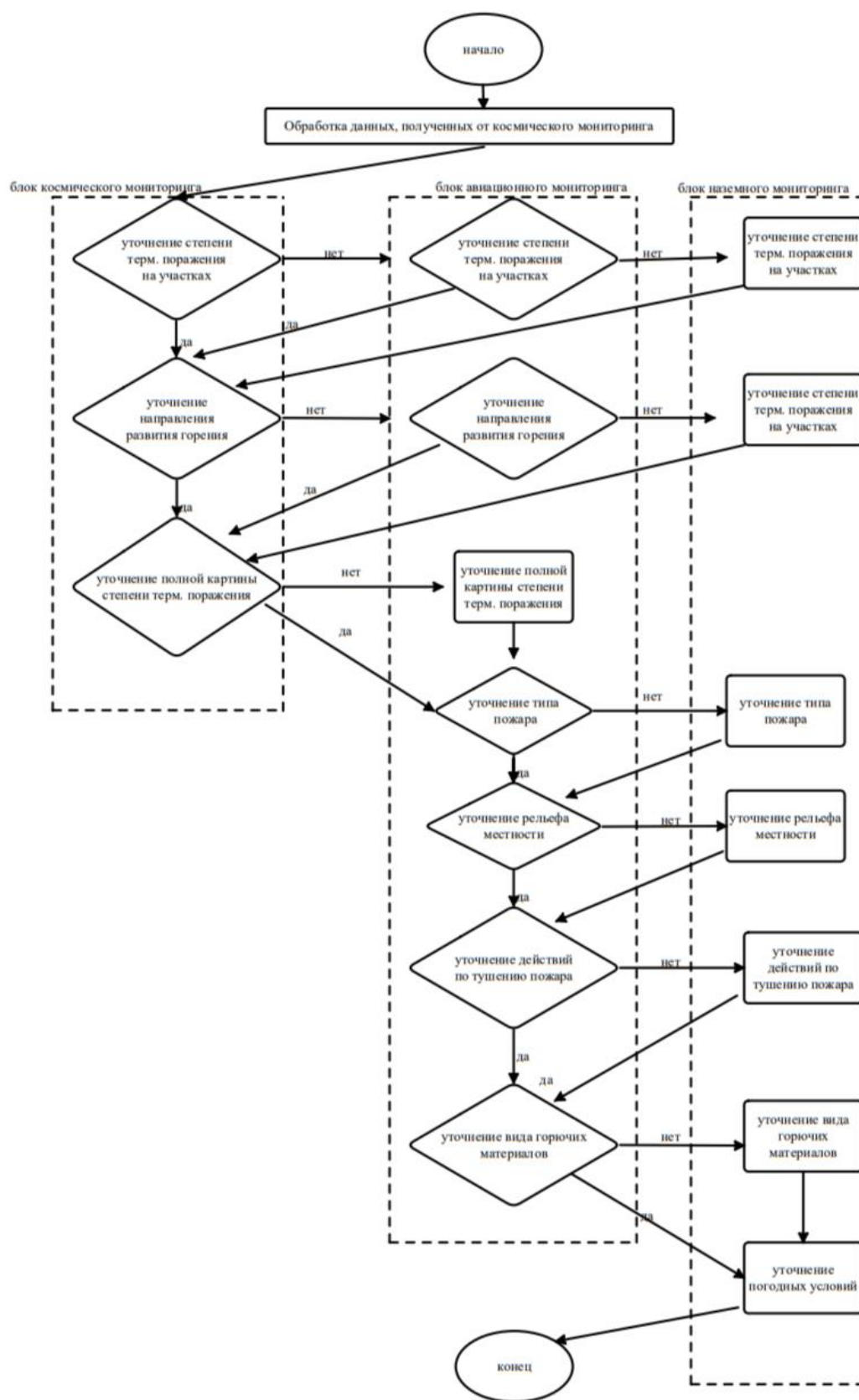
Следовательно, получен комплекс информации, по которой в совокупности получен конечный результат на определение зоны

первоначального возникновения горения. Совокупность выделенных факторов влияет на конечный результат при решении экспертной задачи по выявлению очага пожара путём оценки направления развития и динамики природного пожара. Можно заключить, что применение космического мониторинга позволило выявить направление развития и динамику лесного пожара. Кроме того, дополнительно с помощью картографического интерфейса системы изучены контуры рек и водоёмов, особенности рельефа, расположение дорог и железнодорожных путей. С целью определения более локализованной зоны первоначального горения можно

использовать результаты видеомониторинга, на котором будут видны контуры признаков горения. По данным признакам определяются координаты места очага пожара, а также контуры направления развития пламени и дыма. Совокупность данной информации в итоге позволит эксперту определить достаточно точно зону очага пожара. Исходя из этого, будет рассмотрен краткий перечень возможных версий возникновения пожара. Таким образом, результаты использования космических средств мониторинга положены в основу исследования для оценки динамики распространения горения на конкретной территории.

**Таблица 3. Наглядное отражение направления развития пожара в различные дни наблюдения за пожаром**

День наблюдения за пожаром	Иллюстративная часть с изображением контуров пожара		
Первый день			
Второй день			
Пятый день			
Седьмой день			



**Рисунок.** Алгоритм изучения характеристик природного пожара комплексной системой мониторинга

Однако, как отмечалось ранее авторами, в настоящее время отсутствуют алгоритмы действий для экспертов по использованию характеристик пожара, фиксируемых средствами мониторинга, которые используются по наблюдению за развитием горения в реальном времени.

Следовательно, для решения выявленной проблемы авторами разработан алгоритм, который отражает последовательность применения результатов комплексной системы мониторинга природных пожаров в рамках экспертной деятельности по установлению очага пожара. Перечень характеристик природного пожара, используемый в данном алгоритме, представлен на основании ранее проведенных авторами исследований. По результатам которых отмечено, что только совокупность применения всех средств системы мониторинга позволяет получать и исследовать объективную информацию о параметрах природного пожара, необходимую как на этапах тушения пожара, так и на стадии экспертного исследования для решения вопросов о механизмах и условиях возникновения природного пожара [7].

На рисунке представлен разработанный авторами алгоритм, который отражает пример последовательных действий для эксперта по изучению характеристик природного пожара комплексной системой мониторинга.

Алгоритм отражает последовательные действия по изучению характеристик природного пожара, необходимых для экспертного исследования. По данному алгоритму возможно проведение полного анализа характеристик природного пожара с использованием всех средств мониторинга, которые позволяют отслеживать возникновение и развитие горения в реальном времени с накоплением архивной информации по нему. Соответственно алгоритм отражает реализацию применения комплексной системы мониторинга.

### **Заключение**

1. В ходе проведенного исследования были рассмотрены современные функциональные возможности методов и средств комплексной системы мониторинга по фиксации направления развития и динамики природного пожара, результаты которых используются в ходе осуществления экспертной деятельности по определению очага пожара и причины его возникновения. Сформулировано авторское понятие комплексной системы мониторинга, под которым понимается совокупность использования всех средств мониторинга, позволяющих отслеживать возникновение и развитие горения в реальном времени с накоплением архивной информации по нему.

2. В работе проанализировано практическое применение способов получения информации от комплексной системы мониторинга для фиксации направления развития и динамики природных пожаров, используемых в пожарно-технической экспертизе. Описано использование зафиксированной информации средствами космического мониторинга о направлении развития и динамики природного пожара при определении места первоначального возникновения горения. Установлена значимость результатов от применения различных систем по наблюдению за природным пожаром, по результатам которых выявляются квалификационные признаки для установления места очага пожара.

3. Проведена оценка использования комплексной системы мониторинга в практической деятельности ведомств, занимающихся вопросами расследования лесных пожаров. Результаты проведенного исследования показали, что в настоящее время средства мониторинга являются неотъемлемой и необходимой частью для расследования пожара, которое достигается путём анализа направления и динамики горения.

4. Разработан алгоритм по изучению характеристик природного пожара для использования в практической деятельности судебно-экспертных учреждений, которые решают задачи по установлению причин возникновения пожара. Алгоритм отражает реализацию применения комплексной системы мониторинга с использованием всех его средств, которые отслеживают возникновение и развитие горения в реальном времени. Данный алгоритм позволяет логически верно изучать информацию по результатам фиксации направления развития и динамики природного пожара комплексной системой мониторинга.

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно заключить, что совокупность данных, которые были получены комплексной системой мониторинга, могут быть использованы при решении экспертной задачи по выявлению очага пожара путём оценки направления развития и динамики природного пожара. Эксперт, обладая всей необходимой характеристикой природного пожара, в том числе информацией о направлении развития и динамики, будет иметь возможность определить границы зоны первоначального возникновения горения. В дальнейшем в ходе осмотра места происшествия с учетом обнаруженных признаков направленности распространения горения и очаговых признаков экспертом будет определено в данной зоне конкретное место очага пожара.



## Список литературы

1. Семенов А. О., Калашников Д. В., Семенов А. Д. Особенности тушения природных пожаров на начальных этапах // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (51). С. 85–93.
2. Подрезов Ю. В. Современные методические особенности мониторинга и прогнозирования чрезвычайных лесопожарных ситуаций // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2023. С. 37–41.
3. Подрезов Ю. В. Методические особенности мониторинга чрезвычайных лесопожарных ситуаций // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. 2022. С. 40–46.
4. Обеспечение информационной связанности территории России с использованием систем дистанционного зондирования Земли / А. А. Лутовинов, Е. А. Лупян, М. А. Погосян [и др.] // Вестник Российской академии наук. 2019. С. 502–508.
5. Балобанов А. А., Скрипка А. В., Музыченко С. А. Совершенствование системы мониторинга и прогнозирования лесопожарной обстановки на территории Новосибирской области // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 4 (49). С. 6–11.
6. Towards an Integrated Cyberinfrastructure for Scalable Data-driven Monitoring, Dynamic Prediction and Resilience of Wildfires / Ilkay Altintas, Jessica Block, Raymond de Callafon [et al.]. *Procedia Computer Science*, 2015, vol. 51, pp. 1633–1642.
7. Калашников Д. В., Семенов А. О., Смыслова А. И. Система мониторинга как средство для экспертного исследования природных пожаров // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, посвященной 375-летию пожарной охраны России. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. С. 885–889.
8. Об особенностях применения геоинформационной системы дистанционного мониторинга земли при установлении обстоятельств и причин лесных пожаров / А. А. Дятлов, Е. С. Убиенных, М. А. Никулин [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 1 (36). С. 65–77.
9. 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.

10. Исследование эффективности использования беспилотной авиации для тушения пожаров в высотных зданиях / Р. В. Халиков, В. М. Климовцов, А. А. Б. Гаплаев [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. 2025. № 3 (56). С. 62–69. EDN: SEJVZL.

## References

1. Semenov A. O., Kalashnikov D. V., Semenov A. D. Osobennosti tusheniya prirodnih pozharov na nachal'nyh etapah [Features of extinguishing wildfires at the initial stages]. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2024, vol. 2 (51), pp. 85–93.
2. Podrezov Yu. V. Sovremennye metodicheskie osobennosti monitoringa i prognozirovaniya chrezvychajnyh lesopozharnykh situacij [Modern methodological features of monitoring and forecasting emergency forest fire situations]. *Grazhdanskaya oborona na strazhe mira i bezopasnosti*, 2023, pp. 37–41.
3. Podrezov Yu. V. Metodicheskie osobennosti monitoringa chrezvychajnyh lesopozharnykh situacij [Methodological features of monitoring emergency forest fire situations]. *Monitoring, modelirovanie i prognozirovanie opasnykh prirodnih yavlenij i chrezvychajnykh situacij*, 2022, pp. 40–46.
4. Obespechenie informacionnoj svyazannosti territorii Rossii s ispol'zovaniem sistem distancionnogo zondirovaniya Zemli [Ensuring the information connectivity of the territory of Russia using Earth remote sensing systems] / A. A. Lutovinov, E. A. Lupyan, M. A. Poghosyan [et al.]. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*, 2019, pp. 502–508.
5. Balobanov A. A., Skripka A. V., Muzychenko S. A. Sovershenstvovanie sistemy monitoringa i prognozirovaniya lesopozharnoj obstanovki na territorii Novosibirskoj oblasti [Improving the system of monitoring and forecasting the forest fire situation in the Novosibirsk region]. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2023, vol. 4 (49), pp. 6–11.
6. Towards an Integrated Cyberinfrastructure for Scalable Data-driven Monitoring, Dynamic Prediction and Resilience of Wildfires / Ilkay Altintas, Jessica Block, Raymond de Callafon [et al.]. *Procedia Computer Science*, 2015, vol. 51, pp. 1633–1642.
7. Kalashnikov D. V., Semenov A. O., Smyslova A. I. Sistema monitoringa kak sredstvo dlya ekspertnogo issledovaniya prirodnih pozharov [Monitoring system as a tool for expert research of natural fires]. *Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost': sbornik materialov XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 375-letiyu*

*pozharnoy okhrany Rossii*. Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2024. Pp. 885–889.

8. Ob osobennostyah primeneniya geoinformacionnoj sistemy distancionnogo monitoringa zemli pri ustanovlenii obstoystel'stv i prichin lesnyh pozharov [On the specifics of using a geoinformation system for remote monitoring of the earth when determining the circumstances and causes of forest fires] / A. A. Dyatlov, E. S. Ubiennykh, M. A. Nikulin [et al.]. *Sibirskij pozharno-spasatel'nyj vestnik*, 2025, vol. 1 (36), pp. 65–77.

9. Ispol'zovanie rezul'tatov informacionnoj sistemy distancionnogo monitoringa lesnyh pozharov

pri rassledovanii unichtozheniya ili povrezhdeniya lesnyh nasazhdenij [Using the results of the information system for remote monitoring of forest fires in the investigation of destruction or damage to forest plantations] / O. P. Gribunov, R. O. Morozov. *Kriminalistika: vchera, segodnya, zavtra*, 2022, vol. 1 (21), pp. 26–34.

10. Issledovaniye effektivnosti ispol'zovaniya bespilotnoy aviatsii dlya tusheniya pozharov v vysotnykh zdaniyakh [A study on the effectiveness of using unmanned aerial vehicles to extinguish fires in high-rise buildings] / R. V. Khalikov, V. M. Klimovtsov, A. A. B. Gaplaev [et al.]. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity*, 2025, vol. 3 (56), pp. 62–69.

*Семенов Алексей Олегович*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры

E-mail: ao-semenov@mail.ru

*Semenov Alexey Olegovich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: ao-semenov@mail.ru

*Калашников Дмитрий Владимирович*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

адъюнкт адъюнктуры

E-mail: kalashnikovdv33@gmail.com

*Kalashnikov Dmitry Vladimirovich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

adjunct of post-graduate courses

E-mail: kalashnikovdv33@gmail.com

*Бубнов Андрей Германович*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

доктор химических наук, доцент, профессор кафедры эксплуатации пожарной техники, средств связи и малой механизации (в составе УНК «Пожаротушение»)

E-mail: bubag@mail.ru

*Bubnov Andrey Germanovich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department

E-mail: bubag@mail.ru

*Тихановская Людмила Борисовна*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры

E-mail: ludmila.tihanovskaya@yandex.ru

*Tikhanovskaya Lyudmila Borisovna*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy  
of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies  
and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department

E-mail: ludmila.tihanovskaya@yandex.ru