

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОБНАРУЖЕНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

А.В. Киселев^{1,2}, В.А. Гольдаде^{1,3}

¹Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

²ООО «Совершенные системы», Гомель

³Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси

AUTOMATIZED SYSTEM OF ECOLOGICAL MONITORING AND LANDSCAPE FIRE DETECTION

A.V. Kiselyov^{1,2}, V.A. Goldade^{1,3}

¹F. Scorina Gomel State University

²“Perfect systems” Ltd. Co., Gomel

³V.A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of NAS of Belarus

Рассмотрены методы обнаружения лесных пожаров, среди которых особое внимание уделено мониторингу с помощью поворотных видеокамер, установленных на вышках. Предложена система видеомониторинга, которая обеспечивает свободное вращение IP-камеры в горизонтальной плоскости на 360 градусов и позволяет контролировать состояние лесного массива с отсутствием «мертвых зон». Система позволяет с высокой оперативностью обнаруживать возгорание, осуществлять радиационный контроль и фиксировать изменения параметров радиационного фона в случаях возникновения лесных пожаров.

Ключевые слова: лесные пожары, радиационный фон, поворотная видеокамера, мониторинг.

Methods of landscape fire detection are examined and among them, special attention is devoted to monitoring with the help of rotary video camera placed on towers. A system of video-monitoring is suggested which secures free 360 degrees rotation of the IP-camera in horizontal plane and allows controlling the state of the forestland without “dead space”. The system allows detecting ignition with high efficiency, exercising radiation monitoring, and fixing the changes of radiation background parameters in case of forest fire beginnings.

Keywords: forest fire, radiation background, rotating video-camera, monitoring.

Введение

Традиционный метод обнаружения ландшафтных пожаров базируется на использовании специализированных пожарно-наблюдательных вышек, где располагается наблюдатель, который посредством связи и оптических устройств визуального контроля обнаруживает возгорание и сообщает об этом в диспетчерский пункт [1]. К преимуществам данного подхода можно отнести сохранившуюся до сегодняшних дней инфраструктуру вышек, простоту, масштабируемость и высокую оперативность. Однако данный способ предусматривает необходимость постоянного использования человеческого труда в каждой точке расположения вышки и увеличение дозой нагрузки на работников лесного хозяйства, осуществляющих противопожарный и радиационно-измерительный мониторинг территории.

Методы обнаружения пожаров с воздуха с использованием *летательных аппаратов* разного класса [2], которые с определенной периодичностью облетают пожароопасную территорию и при обнаружении пожара определяют его координаты и передают в центр контроля информацию об обнаруженном пожаре, позволяют осуществлять мониторинг больших территорий.

Основным недостатком является высокая стоимость летного часа и отсутствие возможности вести постоянный радиационный контроль для определенного участка местности. Использование беспилотных летательных аппаратов (дронов) может существенно снизить стоимость летного часа, но их использование пока сдерживается по многим причинам [3].

Глобальный подход для мониторинга лесных пожаров основан на использовании *специализированных спутников*, находящихся на негостационарных орбитах и производящих снимки земной поверхности в ИК-диапазоне [4]. Картинка передается в специальные центры, откуда заинтересованные пользователи могут получать все данные через сеть Интернет. К преимуществам данного способа относятся: автоматизация процесса получения данных, дистанционность способа, возможность мониторинга любых участков местности, легкий доступ к информации через сеть Интернет. В качестве недостатков спутникового мониторинга можно отметить большую площадь минимально обнаруживаемого очага возгорания (1–50 га), невысокую периодичность получения данных (несколько раз в сутки) и сильное влияние погодных условий.

В условиях ветреной погоды задержка обнаружения в 4–6 часов даже небольшого пожара может привести к серьезным последствиям и увеличить стоимость его ликвидации в разы. Но при всех недостатках спутниковый мониторинг необходим в случае контроля больших лесных территорий и отсутствием возможности мониторинга другими способами. Стоимость спутникового мониторинга также является очень высокой.

1 Системы видеомониторинга

Примерно с начала 2000-х годов начинают появляться системы видеомониторинга, предназначенные для обнаружения лесных пожаров [5]. Основной особенностью видеосистемы мониторинга является высокая степень автоматизации и возможность использования существующей инфраструктуры пожарно-наблюдательных вышек. Существующие видеосистемы представляют собой поворотные камеры, устанавливаемые на вышках с выводом видеоизображения на пульт оператора, который должен находиться рядом с постом видеомониторинга и вести круглосуточное наблюдение за территорией. Однако данный подход требует постоянного использования человеческого труда в каждой точке расположения вышки, не позволяет дистанционно определять координаты очага возгорания. Масштабировать такую систему также не представляется возможным.

Система мониторинга лесных пожаров «Лесной дозор» в некоторой степени лишена этих недостатков [6], [7]. Система содержит оборудование, необходимое для наблюдения на высотных сооружениях (купольные поворотные видеокамеры, инфракрасные камеры, тепловизоры), и обеспечивает высокую эффективность обнаружения лесных пожаров с возможностью дистанционного вычисления координат очага возгорания. Недостатком системы является невозможность полного охвата горизонта (360 градусов) с помощью одной купольной поворотной видеокамеры (рисунок 1.1). Наличие «мертвых зон» вынуждает использовать как минимум две

поворотные камеры на одной вышке для гарантированного обнаружения очагов возгорания, что увеличивает стоимость системы.

Недостатком является также необходимость вручную на мониторе оператора указывать точку очага возгорания, после чего система рассчитывает направление (азимут) места пожара. Кроме того, система не предусматривает возможность дистанционного радиационного контроля и передачи информации об изменении параметров радиационного фона на пульт оператора.

2 Автоматизированная система

Нами разработана система на базе IP-камеры, лишенная этих недостатков. IP-камера снабжена специальной опорно-поворотной платформой с двумя независимыми приводами – горизонтальным и вертикальным. Конструкция обеспечивает свободное вращение IP-камеры в горизонтальной плоскости на 360 градусов и позволяет контролировать состояние лесного массива с отсутствием «мертвых зон» (рисунок 2.1).

Для решения задачи автоматического вычисления координаты направления на очаг возгорания (азимута пожара) IP-камера снабжена специальным контроллером, позволяющим в режиме реального времени контролировать угол поворота IP-камеры и автоматически вычислять азимут очага возгорания на однотипной картинке лесного массива с углом обзора 360 градусов (рисунок 2.2).

Для решения задачи экологического контроля IP-камера снабжается специальным датчиком, что позволяет дистанционным наземным методом осуществлять радиационный контроль и фиксировать изменения параметров радиационного фона в случаях возникновения лесных пожаров (рисунок 2.3). Такое применение IP-камеры особенно важно на радиоактивно загрязненных территориях, так как дым, поступающий в атмосферу в результате лесных пожаров, загрязняет воздух, ухудшает экологическую обстановку в регионе, наносит ущерб здоровью людей.

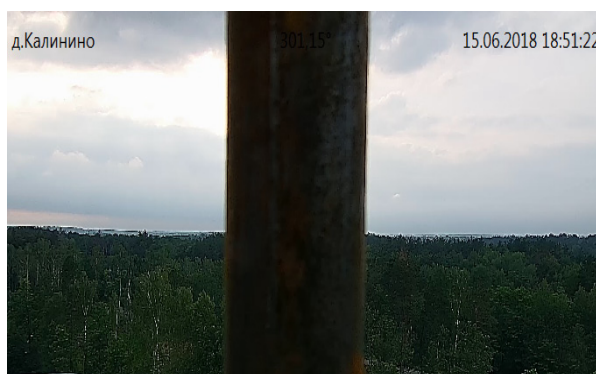
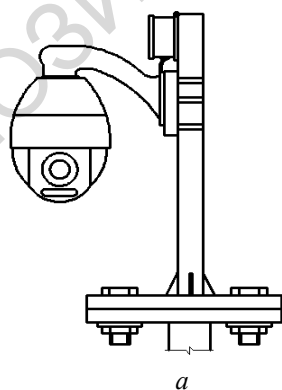


Рисунок 1.1 – Установка купольной поворотной видеокамеры:
 а – способ монтажа на вертикальном кронштейне;
 б – панорама лесного массива с «мертвой зоной»



Рисунок 2.1 – IP-камера на опорно-поворотной платформе на вертикальном кронштейне:
 а – способ монтажа видеокамеры на опорно-поворотной платформе;
 б – панорама лесного массива без «мертвой зоны»



Рисунок 2.2 – Пример пользовательского интерфейса программного обеспечения и работа контроллера по автоматическому вычислению азимута очага возгорания

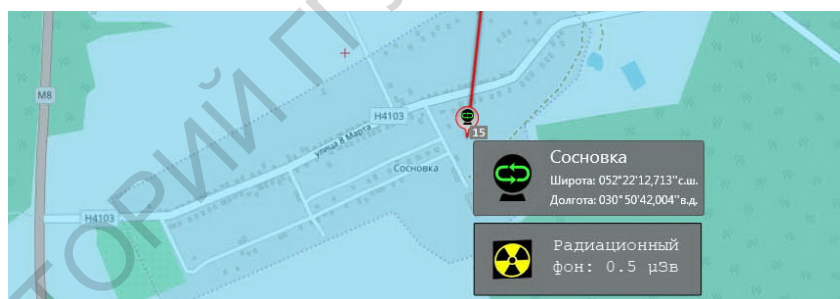


Рисунок 2.3 – Пример пользовательского интерфейса программного обеспечения и работа датчика по радиационному контролю

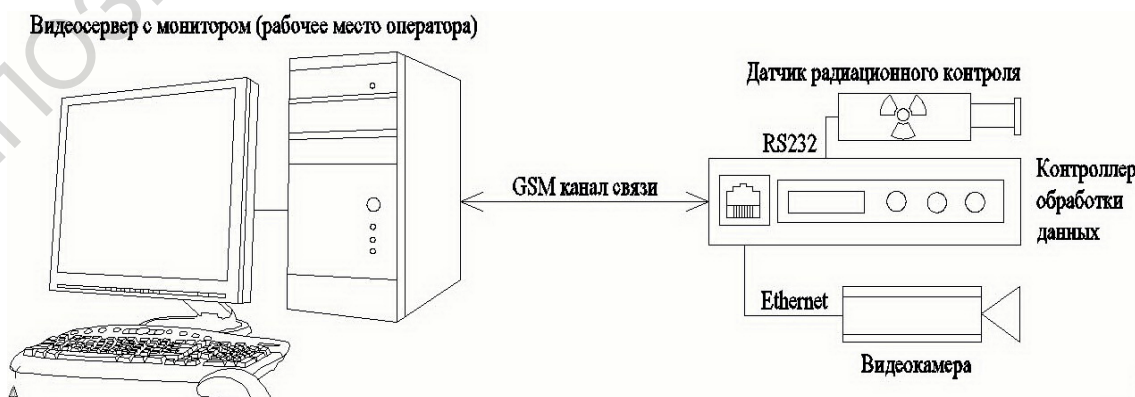


Рисунок 2.4 – Структурная схема автоматизированной системы обнаружения ландшафтных пожаров и экологического мониторинга

Система обнаружения ландшафтных пожаров и экологического мониторинга состоит из аппаратной части – IP-видеокамер с высокой разрешающей способностью, устанавливаемых на опорно-поворотных платформах, специальных датчиков радиационного контроля, контроллеров угла поворота и программной части, позволяющей управлять камерами и обмениваться информацией с датчиками и контроллерами в роботизированном режиме (рисунок 2.4).

Видеокамеры собирают и обрабатывают информацию о состоянии лесного массива в режиме реального времени. Контроллеры угла поворота вычисляют азимут точки обзора видеокамеры. Датчики радиационного контроля измеряют и обрабатывают информацию о состоянии радиационного фона. Информация со всех видеокамер, контроллеров и датчиков передается на сервер со специализированным ПО для автоматизированной обработки данных. В случае обнаружения дымового шлейфа или огня система оповещает оператора и ответственных лиц. В случае фиксации роста значения измерений или превышения порогового значения радиационного фона система также оповещает оператора и ответственных лиц. Система предусматривает возможность интеграции с различными типами карт, где отмечены точки установки видеокамер и точки установки датчиков радиационного контроля.

Адаптация и усовершенствование таких систем мониторинга позволит обеспечить пожарную и радиационную безопасность в лесах, загрязненных радионуклидами; скорейшее обнаружение лесных пожаров на загрязненных территориях; повышение противопожарной и биологической устойчивости лесов; снижение дозовых нагрузок на персонал лесной отрасли. Для этого необходимо обеспечить дистанционный видеоконтроль, а также обеспечить контроль радиационного фона территорий с фиксацией изменений его значений в случаях возникновения лесных пожаров, когда загрязненный радионуклидами дым может поступать в атмосферу.

Заключение

Автоматизированная система экологического мониторинга и обнаружения ландшафтных пожаров с использованием современных технологий компьютерного зрения, ГИС-технологий, технологий распределенных вычислений, клиент-серверных интернет-технологий, является важной составной частью комплекса мер по охране лесов от пожаров, а также территорий, загрязненных радионуклидами. Система позволяет существенно увеличить оперативность обнаружения изменений показателей радиационного

фона и возникновения зон возгорания, уменьшить время, трудозатраты, материальные и финансовые затраты на мероприятия по локализации и ликвидации радиоактивных лесных пожаров, снизить экономический и экологический ущерб от случайных и сезонных возгораний.

Существенным положительным эффектом от введения в действие автоматизированной системы обнаружения ландшафтных пожаров и экологического мониторинга является снижение дозовой нагрузки на работников лесного хозяйства, осуществляющих противопожарное и радиационно-измерительное патрулирование территории, а также улучшение качества контроля доступа населения на участки лесного фонда с высокими уровнями радиационного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатов, Ю.А.* Проектирование распределенной наземной системы мониторинга за лесными пожарами / Ю.А. Ипатов, А.В. Кривецкий, В.О. Шмакин // Кибернетика и программирование. – 2013. – № 2. – С. 20–28.
2. *Кудрин, А.Ю.* Современные методы обнаружения и мониторинга лесных пожаров / А.Ю. Кудрин, Л.И. Запорожец, Ю.В. Подрезов // Технологии гражданской безопасности. – 2006. – С. 66–67.
3. *Многоцелевой авиационный комплекс мониторинга, предупреждения и защиты от стихийных бедствий на базе беспилотного летательного аппарата «нарт»* / М.Т. Абшаев, А.М. Абшаев, М.А. Анаев, В.В. Соловьев, С.И. Шагин // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2017. – С. 229–238.
4. *Ханин, А.* Принципы оптического метода автоматического детектирования лесных пожаров / А. Ханин, Р. Чеботарев // Алгоритм безопасности. – 2011. – № 1. – С. 76–80.
5. *Шепелёва, И.С.* Видеомониторинг – один из способов обнаружения лесных пожаров / И.С. Шепелёва // Лесохозяйственная информация. – 2015. – № 4. – С. 46–50.
6. *Шишалов, О.И.* «Лесной Дозор» – эффективная система раннего обнаружения лесных пожаров / О.И. Шишалов, И.С. Шишалов, О.И. Пыпина // Лесной бюллетень. – 2010. – № 1. – С. 21–26.
7. *Система мониторинга леса «Лесной дозор»* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lesdozor.ru/ru/>. – Дата доступа: 14.03.2019.

Поступила в редакцию 10.05.19.