

УДК 614.842:62.384.3

В. А. Шамаль, зав. лабораторией НИИ ПФП БГУ;
 О. А. Атрощенко, профессор;
 И. Г. Мыслейко, нач. отдела МЛХ; А. Н. Новик, н. с. БГУ;
 И. В. Белый, н. с. БГУ;
 А. В. Бельский, м. н. с. БГУ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КРУГЛОСУТОЧНАЯ ИНФРАКРАСНО-ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Automated remote infra-red system of fire monitoring with digital television channel is meant for early detection of fire hearths, taking efficient measures on the initial stage of fire spreading, minimization of economic losses caused by fires, prevention of emergency situations.

В настоящее время в мировой практике для создания систем пожарно-охранного мониторинга лесов применяются дистанционные оптические методы и разработанные на их основе аппаратные средства.

К наиболее перспективным методам дистанционного контроля относится оптический метод обнаружения лесных пожаров в инфракрасном (ИК) диапазоне по их собственному тепловому излучению.

В Беларуси разработана и создана автоматизированная инфракрасно-телевизионная (ИК-ТВ) система обнаружения очагов возгорания, предназначенная для круглосуточного всепогодного дистанционного пожарного мониторинга крупных лесных массивов. Она позволяет автоматизировать процесс контроля и пеленгации возгораний и, соответственно, применять эффективные действия на ранней стадии возникновения и развития пожаров, минимизировать связанные с ними потери и возникновение чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, система позволяет осуществлять информационный мониторинг параметров окружающей среды в зависимости от применяемых датчиков.

Структура системы

Система состоит из сети ИК-ТВ автоматических модулей обнаружения, устанавливаемых на вышках в локальных пунктах наблюдения, и одного центрального пункта (ЦПО) приема-передачи и обработки информации (рис.).

Функционально система состоит из следующих основных узлов:

- ИК-ТВ автоматических модулей обнаружения;
- радиосети приемопередачи цифровой информации;
- центрального пункта приемопередачи и обработки информации (ЦПО).

Узлы сконструированы с применением микропроцессорной техники и работают под управлением соответствующих программных модулей в автоматическом режиме.

ЦПО осуществляет обработку и отображение на электронной карте местности данных в удобном для оператора виде. На ЦПО также принимается решение о выдаче аварийной сигнализации или о необходимости получения дополнительной информации в виде телевизионной картиннки с интересующего направления.

Нахождение и пространственное выделение очагов возгорания осуществляется ИК-ТВ-модулем автоматически, а получение телевизионной картиннки – по команде с ЦПО.

Описание работы системы и функции, выполняемые ее основными узлами, следующие.

Конструктивные особенности

Все электронные блоки и узлы системы выполнены по блочной технологии и могут быть легко заменены при проведении ремонтных работ.

Структура и функциональные возможности автоматизированных аппаратно-программных комплексов мониторинга лесных пожаров позволяют (с использованием ГИС-технологии «Лесные ресурсы») объединять их информационными каналами с создаваемой республиканской системой управления лесным хозяйством – ИСУЛХ.

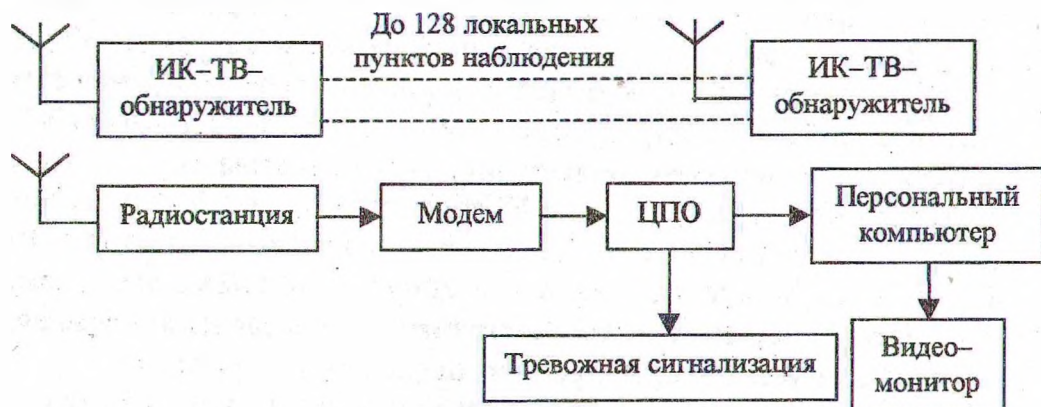


Рис. Функциональная схема автоматизированной ИК-ТВ-системы

ИК-ТВ автоматический модуль обнаружения

В состав системы может входить до 128 ИК-ТВ-модулей. ИК-ТВ-модуль – основной узел системы. Он выполняет функции сканирования территорий и поиска, идентификации и выделения сигналов очагов возгорания в ИК-диапазоне по их собственному тепловому излучению; получения цифровой телевизионной картинки; получения, обработки и идентификации информации от дополнительных датчиков параметров среды: метеорологических, радиационных и т. д.

Структура ИК-модуля:

- ИК-телескопическая система;
- сканирующее устройство по азимуту и углу места;
- ТВ-камера с оптической системой;
- микропроцессорный модуль управления и обработки сигналов на основе промышленного компьютера;
- модуль питания;
- аппаратура радиосети приемопередачи цифровой информации.

ИК-телескопическая система выполняет функции спектральной и пространственной селекции очагов возгорания в ИК-диапазоне и выделения сигналов помех в видимом диапазоне. Она представляет собой объектив Кассегрена с фокусным расстоянием 500 мм, светосилой 0,4 и диаметром основного зеркала 200 мм. Угловое поле зрения ИК-канала – 7 минут. Спектральный диапазон – 2.8 – 5.2 мкм. В состав телескопической системы входит объектив и датчик видимого диапазона с угловым полем зрения 1 градус. По амплитуде сигнала с датчика видимого диапазона программным обеспечением микропроцессорного модуля принимается решение об отсечке полезного сигнала ИК-канала от ложного. Это повышает помехозащищенность системы и снижает вероятность ложных срабатываний от солнечных бликов.

Сканирующее устройство осуществляет вращение ИК-телескопической системы по азимуту (от 0 до 360 градусов) и перемещение по углу места (от 0 до 5 градусов). При обзоре с вышки высотой 30-40 метров контролируемая территория “заптриховывается” по спирали от линии горизонта до “мертвой” зоны величиной 250-350 метров от точки установки вышки. Скорость сканирования по азимуту – 1 оборот за 10 секунд, по углу места – 6 минут. Управление сканирующим устройством осуществляется программным обеспечением микропроцессорного модуля через буферные твердотельные реле.

Телекамера установлена параллельно оптической оси ИК-телескопической системы и вращается вместе с ней по азимуту (от 0

до 360 градусов). Она может быть ориентирована по азимуту с точностью 1 градус по команде с ЦПО. В системе применена черно-белая (ЧБ) телекамера. Разрешение ТВ-канала – 600 твл, угловое поле зрения – 6 градусов. ИК-модуль может быть оснащен цветной телекамерой с объективом переменного фокусного расстояния (трансфокатор).

Микропроцессорный модуль управления и обработки сигналов создан на основе промышленного компьютера фирмы “Advantech” и выполняет функции общего управления всеми режимами работы, управления сканирующим устройством, диагностики исправности модулей обнаружителя, приема и предварительной обработки сигналов с ИК-телескопической системы, выделения и отсеки ложных помех, обеспечения трехкратного подтверждения обнаруженных сигналов очагов возгорания. Также функциями программного и аппаратного обеспечения микропроцессорного модуля являются оцифровка ТВ-изображения и сжатие его в JPEG-формате, анализ сигнала ИК-канала с помощью АЦП, сохранение и передача на ЦПО карт тепловых полей контролируемой территории. Для выделения полезных сигналов на уровне помех применена цифровая фильтрация, что повышает обнаружительную способность системы.

Модуль питания служит для формирования необходимых уровней питающих напряжений. Выбор элементов и разработка электрических схем ИК-ТВ-модуля осуществлена с учетом пониженного энергопотребления. Мощность модуля – не более 200 Вт. Напряжение питающей сети – 220 В, частота тока – 50 Гц. Модуль может быть адаптирован к любым напряжениям. При отсутствии промышленной сети возможен вариант питания от аккумуляторов с подзарядкой от солнечных батарей.

Аппаратура радиосети приемопередачи состоит из радиостанций типа GM-350 фирмы “Motorola”, модемов, антенн и источников питания. Мощность радиостанций – 25 Вт.

Помехозащищенная радиосеть цифровой приемопередачи информации

Обмен информационными данными и управление ИК-ТВ-модулями осуществляется по радиоканалу. Абонентами сети являются центральный пункт приемопередачи и обработки информации (ЦПО) и каждый из ИК-ТВ-модулей. Отдельные абоненты имеют свой идентификационный позывной. В каждый данный момент времени возможна работа между двумя абонентами на одной фиксированной частоте в диапазоне 136-174 МГц со скоростью цифровой приемопереда-

чи 1200 Бод. Особенностью радиосети является возможность работы в режиме цифрового повтора. В этом режиме каждый последующий абонент сети может служить ретранслятором для предыдущего абонента. Это позволяет увеличить дальность уверенного радиообмена до нескольких сотен километров без применения специальных ретрансляторов.

Центральный пункт приемопередачи и обработки информации (ЦПО)

Сбор, обработка, отображение информации ИК-модулей, выдача аварийной сигнализации при идентификации очага возгорания осуществляется на ЦПО.

В состав ЦПО входит IBM – совместимый персональный компьютер с процессором не ниже Pentium для работы под управлением операционной системы WINDOWS, аппаратура радиосети приемопередачи, состоящая из радиостанции типа GM-350 фирмы “Motorola”, модема, антенны и источника питания, устройства аварийной сигнализации. ЦПО работает под управлением программного обеспечения (ПО) со следующими функциями:

- управление радиосетью приемопередачи;
- диагностика исправности аппаратуры ЦПО и каждого из ИК-модулей;
- настройка режимов и параметров работы каждого из ИК-модулей;
- отображение электронной карты контролируемой территории;
- решение задачи выделения направления на очаг, отображение на электронной карте контролируемой местности и выдача сопутствующей информации: времени обнаружения, характеристик участка леса, метеорологических данных, подъездов к месту пожара и т. д., а так же подача тревожного звукового сигнала;
- решение триангуляционной задачи нахождения координат очага возгорания по пеленгам нескольких вышек;
- отображение тепловых полей контролируемых территорий;
- прием и отображение ТВ-изображений в формате JPEG;
- другие сервисные функции.

Программное обеспечение разработано с применением интуитивно понятных органов управления для простоты изучения и использования. Работа с ПО не требует высокой квалификации оператора.

Ниже приведены основные технические характеристики системы.

Основные технические характеристики ИК-ТВ-системы

1. Состав базовой структуры: ЦПО - 1, ИК-ТВ-модули обнаружения - 3.
2. Спектральный диапазон работы ИК-канала системы - 2.8-5.2 мкм.
3. Угловое поле реагирования ИК-канала - 7 мин.
4. Угловое поле реагирования видимого канала - 1 град.
5. Максимальное температурное разрешение ИК-канала - не ниже $0,5^{\circ}\text{C}$.
6. Дальность обнаружения пламени очага (6 м^3) - не менее 10 км.
7. Пространственное разрешение на расстоянии 10 км - 175 м.
8. Время полного просмотра контролируемого пространства - 6 мин.
9. Время обнаружения с подтверждением (критерийный анализ) очага возгорания - 30 с.
10. Площадь, контролируемая одним ИК-модулем обнаружения, - более 300 км^2 .
11. Периодичность опроса отдельных ИК-ТВ-модулей по радиоканалу - 1 раз в 5-10 мин (устанавливается программно).
12. Угол поля зрения ТВ-канала - 6 градусов.
13. ТВ-камера - ЧБ или цветная.
14. Разрешение ТВ-канала - 600 твл.
15. Автоматическая регулировка освещенности ПЗС-матрицы ТВ-камеры.
16. Время передачи изображения ТВ-камеры - 1,5-2 мин.
17. Обмен информации по радиоканалу.
18. Мощность применяемых радиостанций - базовой и периферийных - 25Вт (Р/с типа СМ-350).
19. Приемопередача цифровой информации на одной частоте в диапазоне 137 - 174 МГц с возможностью перестройки.
20. Напряжение питания ИК-модулей и ЦПО - 220В +5% (50 Гц).
21. Потребляемая мощность: одним ИК-модулем обнаружения - до 150 Вт, ЦПО - 200 Вт.
22. Температура окружающей среды - 0 ... $+50^{\circ}\text{C}$.
23. Исполнение оборудования - пылевлагозащищенное.
24. Численность обслуживающего персонала - 1-2 человека.

Функционирование системы

При спектральном выделении, а также амплитудно-временном анализе сигналов и выполнении критерийного условия – минимум двухкратного подтверждения наличия полезного сигнала по трем оборотам ИК-обнаружителя по азимуту – сигнал от очага возгорания заносится в ОЗУ ИК-модуля с присвоением координаты азимута, где хранится до обмена информацией с ЦПО. Периодический (один раз в 5-10 мин) опрос ИК-модулей осуществляется с ЦПО.

Накопленная и систематизированная информация от отдельных ИК-модулей используется для решения задачи отображения координат очагов с нанесением их на электронную карту местности с топографически привязанными вышками наблюдения и цветным выделением направлений на очаг от отдельных вышек, а также точки пересечения этих направлений – местоположения пожаров.

По запросу с ЦПО ИК-модуль выдает ТВ-изображение по заданному азимуту. Программное обеспечение ЦПО отображает ТВ-изображение на экране монитора. Также по запросу с ЦПО ИК-модуль выдает карты тепловых полей в цветовых градациях в зависимости от амплитуды регистрируемых сигналов.

Способы обнаружения очагов возгорания, реализованные в системе:

ИК-канал:

- обнаружение очагов пламенного горения;
- обнаружение по тепловым восходящим потокам над местом пожара;
- критерийное подтверждение при идентификации сигнала ИК-канала;
- сравнение карт тепловых полей, принятых в разные периоды времени.

ТВ-канал:

- обнаружение пожаров по наличию дымной фазы горения;
- визуальный анализ с интересующего направления.

Размещение системы

ЦПО системы размещается в здании на удалении до 30 км от первого локального пункта наблюдения с учетом трасс прохождения радиоволн для построения оптимальной структуры радиосети. При необходимости применяется режим цифрового повтора для увеличения радиуса действия радиосети.

ИК-обнаружители после проведения проектно-рекогносцировочных работ размещаются на пожарно-наблюдательных вышках с учетом:

- рельефа местности для исключения экранировок;
- высоты лесных насаждений на контролируемой территории;
- среднего расстояния между вышками 10-12 км.

УДК 630*2:630*443.3

Н. И. Федоров, профессор;
В. К. Гвоздев, доцент;
А. В. Хвасько, ассистент;
А. П. Волкович, аспирант;
В. А. Ярмолович, аспирант

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР ХВОЙНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ЛЕСНОМ ЗАКАЗНИКЕ "ПРИЛУКСКИЙ"

In the article the authors considered the results of coniferous cultures inspection in forest reserve "Prylucky".

В Республике Беларусь проводится направленная работа по созданию сети заказников различного назначения с целью сохранения ценных видов растительности, животных и других элементов природных комплексов. Первые заказники были организованы в 1960 году и за прошедшие 40 лет их количество и площадь значительно возросли. В настоящее время в республике функционирует 85 заказников республиканского значения на площади 657765 га.

Государственный лесной заказник "Прилуцкий", организованный в 1972 году по инициативе лесохозяйственного факультета БГТУ, относится к категории ландшафтных, или комплексных заказников, которые предназначены для охраны и восстановления особо ценных природных ландшафтов и комплексов. Он является единственным в Республике Беларусь заказником, который создан для сохранения насаждений хвойных и лиственных интродуцентов.

На его территории произрастают искусственные насаждения ценных хвойных (лиственница европейская и сибирская, сосна веймутова, сосна Муррея, псевдотсуга тиссолистная и др.) и лиственных (дуб красный, ясень пенсильванский, бархат амурский, тополь канадский и пирамидальный, граб обыкновенный и др.) интродуцированных