

**Ал.А. Никитин¹, А.А. Семенов¹, Ан.А. Никитин¹,
П.Ю. Белявский¹, О.Е. Редько², Н.В. Кожусь³**

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»

²ООО «АРГУС-ЭТ»

³Санкт-Петербургский им. В. Б. Бобкова филиал Российской
таможенной академии

Автономный дистанционный датчик для обнаружения возгораний

Исследуемый датчик предназначается для обнаружения лесных пожаров и ориентирован на решение широкого круга задач, связанных с необходимостью раннего обнаружения возгорания, увеличением автономности и срока службы системы, а также с защитой от возможных механических воздействий и перегрева открытым огнем.

Ключевые слова: система пожарной безопасности, радиочастотный передатчик, сегнетоэлектрик, ВЧ генератор

Лесные пожары — стихийное, неуправляемое распространение огня по лесным площадям. Они наносят урон экологии, экономике, а часто и человеческие жизни оказываются под угрозой. Причиной пожара может быть природное явление: грозовые разряды и молнии, но чаще причиной является антропогенный фактор.

На территории лесного фонда России ежегодно регистрируется от 10 до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 0,5 до 2,5 млн. гектар. По итогам пожароопасного сезона в 2014 году, согласно данным МЧС, количество очагов природных пожаров выросло по сравнению с 2013 годом в 1,7 раза, составив 16 тыс. 865 единиц. Таким образом, лесные пожары являются существенной проблемой, а ущерб, наносимый реальному сектору экономики, исчисляется десятками и сотнями миллионов долларов в год.

Следует отметить, что реальный экономический ущерб от лесного пожара складывается не только из урона, нанесенного лесу, промышленным и другим объектам, но и из затрат, связанных непосредственно с тушением. В этом случае становится очевидным, что важно не только обнаружить пожар, но и определить его точное местоположение, и сделать это как можно раньше.

В настоящее время широко распространены следующие методы визуального контроля для обнаружения лесных пожаров:

- космические средства слежения;
- организация авиапатрулирования пожароопасных областей;
- системы IP видеонаблюдения.

Стоит отметить, что к недостаткам таких способов обнаружения возгорания следует отнести их невысокую надежность и автономность, большую вероятность ложных срабатываний, недостаточно раннее обнаружение возгораний, а также низкую способность его

обнаружения в условиях сильного задымления. Для того чтобы преодолеть данные недостатки, могут быть использованы системы на основе распределенных ВЧ датчиков [1]. К преимуществам таких систем можно отнести высокую способность обнаружения возгораний, помехозащищенность, возможность удаленно следить за развитием пожара в реальном времени, автономный режим работы.

Данная работа направлена на теоретическое исследование ВЧ датчика обнаружения лесного пожара, который сможет успешно конкурировать с распространенными на сегодняшний день системами контроля.

На рис.1 представлена возможная реализация системы на основе распределенных ВЧ датчиков. При проектировании таких систем необходимо решить несколько задач: определить максимальную дальность передачи сигнала, плотность размещения датчиков и срок автономной работы.



Рисунок 1. Система на основе распределенных ВЧ датчиков

Предлагаемый способ обнаружения пожарной ситуации и предотвращения дальнейшего развития пожара направлен на решение задачи наиболее раннего обнаружения возгорания и передачи информации по радиоканалу на пульт слежения.

Данная задача решается путем размещения на территории охраняемого лесного массива сети датчиков для обнаружения лесного пожара. Стоит отметить, что данный датчик можно размещать как на поверхности, так и под землей. Согласно исследованиям, проведенным в работе [1], температура в почве при лесном пожаре убывает по глубине как показано на рис.2.

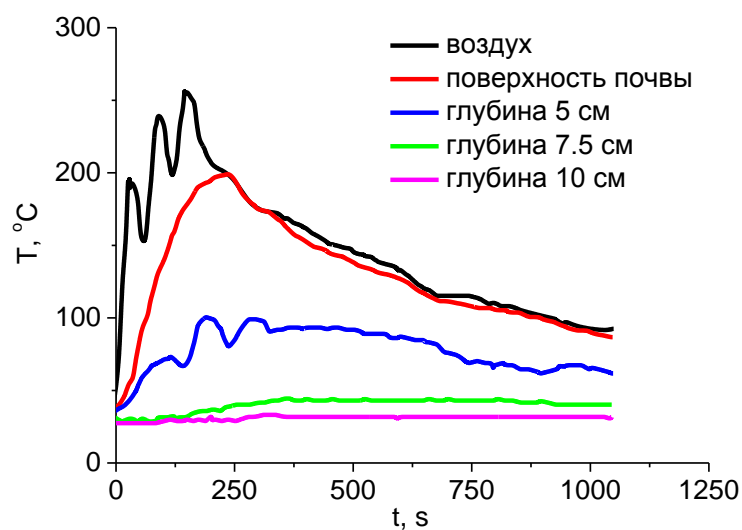


Рисунок 2. Распределение температуры в почве при лесном пожаре.

Из данного рисунка видно, что расположение чувствительного элемента датчика на глубине до 5 см позволяет защитить датчик от воздействия открытого пламени или механических воздействий (случайных или преднамеренных). Также с помощью конструктивных особенностей планируется преодолеть основные недостатки существующих систем на основе ВЧ датчиков, а именно относительно невысокую автономность, малую дальность передачи сигнала, подверженность датчиков разрушению при пожаре, высокую плотность размещения датчиков для эффективного обнаружения возгораний.

Схема конструкции исследуемого ВЧ датчика представлена на рис. 3. Исследуемая модель датчика обнаружения лесных пожаров может состоять из температурно-перестраиваемого генератора высокой частоты, кодера с индивидуальным кодом датчика, ВЧ передающего модуля, таймера, управляющего периодичностью передачи сигнала, электрического источника питания и биметаллического выключателя и антенны.

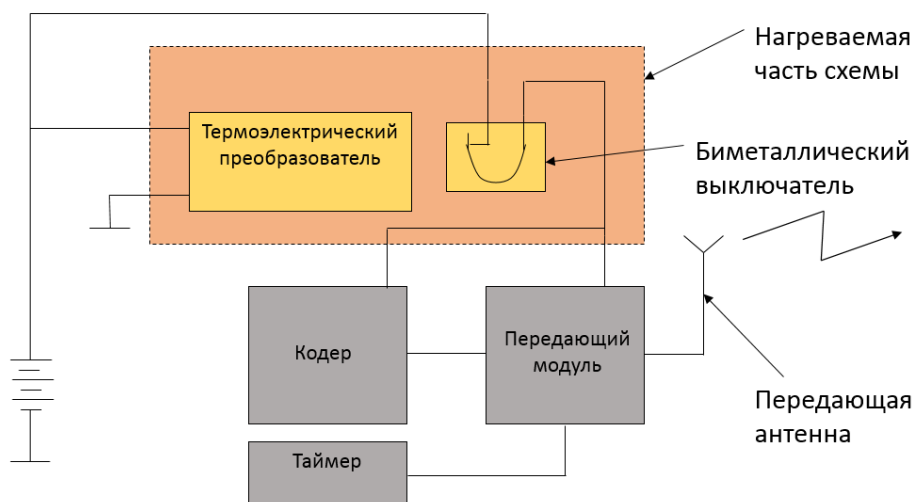


Рисунок 3. Схема конструкции исследуемого ВЧ датчика.

Таким образом, при попадании датчика в область возгорания происходит срабатывание биметаллического выключателя при достижении порога температуры. Напряжение источника питания подается на передающий модуль ВЧ сигнала, который начинает транслировать в эфир заданную несущую частоту, промодулированную индивидуальным кодом датчика. Данный сигнал фиксируется пультом слежения. По индивидуальному коду датчика определяется его местоположение, а по уходу несущей частоты - температура в области датчика. Анализируя порядок срабатывания датчиков и динамику изменения температуры, можно удаленно контролировать развитие пожара до прибытия на место пожарного расчета. Стоит отметить, что для повышения автономности и срока службы системы в качестве источника питания датчика может быть использован термоэлектрический преобразователь.

Отличительной конструкционной особенностью исследуемого датчика является то, что в качестве чувствительного элемента генератора несущей частоты может быть использована сегнетоэлектрическая керамика с сильной температурной зависимостью емкости (см. рис. 4).

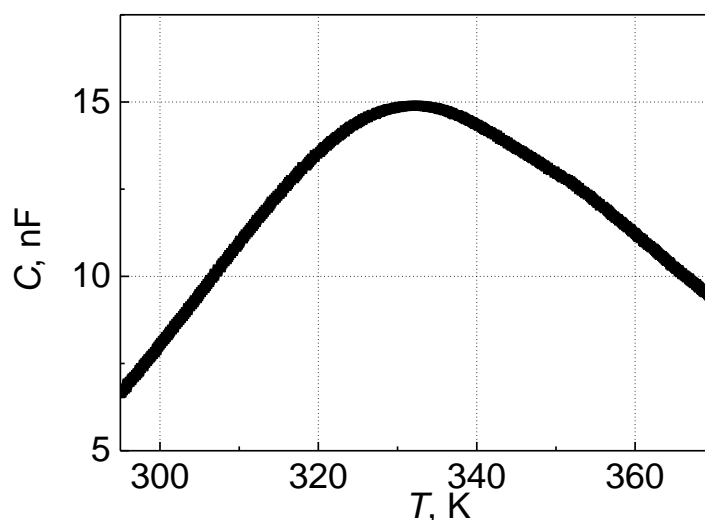


Рисунок 4. Зависимость емкости от температуры для титаната бария $BaTiO_3$.

Таким образом, такой генератор позволит с высокой точностью идентифицировать температуру окружающей среды, в том числе и возгорание. Кроме того, использование в цепи питания термочувствительного элемента позволит значительно увеличить автономное время работы датчика.

Из проведенного исследования понятно, что датчик обнаружения лесных пожаров целесообразно изготавливать в виде радиочастотного передатчика, транслирующего индивидуальный код датчика при возникновении возгорания в контролируемой области. При этом сам датчик размещается в земле на глубине порядка 5 см, что позволяет защитить датчик от воздействия открытого пламени и случайных или преднамеренных механических воздействий. Характерной особенностью датчика является то, что в нем может быть использован генератор несущей частоты, перестраиваемый тепловым воздействием внешней среды. Для этого в качестве чувствительного элемента используется сегнетоэлектрический конденсатор с сильной температурной зависимостью емкости. Таким образом, к

преимуществам данной конструкции можно отнести следующее: энергонезависимость, время автономной работы до 10 лет, дальность передачи сигнала до 15км, низкая плотность размещения датчиков, защита от возможных механических воздействий и перегрева открытым огнем.

Библиографический список

1. Пат. № 2492899 Российская Федерация, МПК А 63С 3/02 Способ обнаружения пожара / Белявский П. Ю., Никитин А. А., Редько О. Е., Семенов А. А.: заявители и патентообладатели Редько О. Е., Семенов А. А. – № 2012116289/12; заявл. 23.04.2012; опубл. 20.09.2013.
2. Dave Cleaves et al. Research Accomplishments 2007 // – USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. – 2007. – pp. 50