

Рис. 4. График зависимости суммарной жесткости от содержания газов

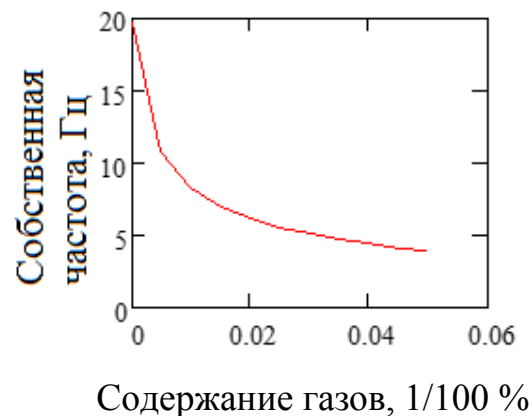


Рис. 5. График зависимости собственных частот груза от содержания газов

### Список источников

1. Лукьянов В. И., Шаров К. В., Ханов А. М. Оборудование литейных цехов : учеб. пособие. Пермь : ПНИПУ, 2014. 421 с.
2. Специальные конструкции гидроцилиндров. URL:[https://studref.com/559452/tehnika/spetsialnye\\_konstruktsii\\_gidrotsilindrov/](https://studref.com/559452/tehnika/spetsialnye_konstruktsii_gidrotsilindrov/) (дата обращения: 09.12.2021).

Научная статья  
УДК 630.52:587/588

## РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСУ

Сергей Александрович Слободчиков<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> [sergej-sv88@mail.ru](mailto:sergej-sv88@mail.ru)

<sup>2</sup> [sannikovsp@m.usfeu.ru](mailto:sannikovsp@m.usfeu.ru)

**Аннотация.** В статье проведен обзор видов лесных пожаров с целью анализа возможностей разработки оптического датчика пожарной опасности в лесу, для этого проведены исследования спектральных характеристик различных излучений лесных пожаров.

**Ключевые слова:** оптический датчик, спектральная характеристика, лесной пожар

Scientific article

## DEVELOPMENT OF AN OPTICAL METER FOR MONITORING FIRE HAZARD IN THE FOREST

**Sergey A. Slobodchikov<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup>sergej-sv88@mail.ru

<sup>2</sup>sannikovsp@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article provides an overview of the types of forest fires in order to analyze the possibilities for the development of an optical fire hazard sensor in a forest; for this, studies of the spectral characteristics of various emissions of forest fires have been carried out.

**Keywords:** optical sensor, spectral characteristic, forest fire

Возникновение лесного пожара сравнимо со стихийным бедствием для страны, для лесной отрасли. Необходимо отметить, что распространение пожара неуправляемо. Пожар распространяется с большой скоростью по лесной поверхности. Лесные пожары возникают с определенной регулярностью и зависят от природных условий: отсутствие дождей, продолжительность солнечных дней, направление и силы ветра. Исследование материалов, опубликованных различными источниками, доказывает, что лесные пожары возникают в любое время года, отличаются только по характеру горения. Причинами возникновения воспламенения пожара в лесу традиционно считают деятельность человека, при этом забывают, что в природе наблюдаются самовозгорание, сухие грозы и пр. Подтверждением этому являются новостные сообщения летом 2021 г. в российских газетах о таких явлениях в Сибири. Способствуют возникновению и распространению лесного пожара антропогенные факторы, строение лесной среды, влияние которых исследовал Ю. А. Андреев в своей работе [1].

Из анализа многих источников можно сделать вывод, что существующие методы и используемые технические средства не обеспечивают достаточной информацией для мониторинга раннего предупреждения возникновения пожара в лесу. Поэтому, необходимы новые разработки технических средств предупреждения возникновения пожара в лесной среде.

Целью работы, является исследование и разработка оптико-электронной системы на основе комплексирования многоспектрального изображений для обнаружения и мониторинга лесных пожаров.

В задачу исследований входит изучение в рамках курсовой работы по дисциплине «Технические средства автоматизации», анализ принципа действия существующих приборов и систем определения влажности воздуха, спектральные характеристики лесных пожаров, способы построения, осо-

бенности конструирования (реализации) и возможность применения в лесной среде автономных датчиков.

Для разработки оптического измерителя мониторинга пожарной опасности в лесу необходимы результаты исследования, показывающие характер возникновения и распространения лесных пожаров. Для этого понадобилось провести исследования спектральных характеристик лесного пожара и характер возникновения, распространения его в лесной среде. Результаты анализа данных, приведенные в работах [2–4], лесные массивы делятся на три вида пожаров: верховой, низовой, подземный.

**Верховой лесной пожар** охватывает полог древостоев, который распространяется по кронам деревьев. Верховые пожары выделяют большое количество теплоты сгорания, вызывают восходящие потоки продуктов горения и нагретого воздуха. Их поступательное движение совпадает с направлением продвижения фронта пожара. Пламя может подниматься на высоту до 100...120 м. Скорость распространения верховых пожаров в лесу достигает 100 м/мин, а температура 1200 °С [3].

**Низовой лесной пожар** распространяется по нижним ярусам лесной растительности, по травяному покрову. Скорость распространения пожара не превышает 3 м/мин, а температура не более 700 °С. Высота горения достигает 1,5 м, а в некоторых случаях 2,0 м, это связано с характером горения [3].

**Подземный (торфяной) лесной пожар**, при котором горит торфяной слой заболоченных почвах глубиной до 8 м [3]. Скорость распространения до 3 м/ч, температура зависит от характера горения (пиролизное горение, без поступления воздуха и с поступлением воздуха).

Оптические спектральные характеристики представлены в работе А. С. Васильева [3], представлены на рис. 1 в диапазоне от 0,8 мкм до 15,8 мкм.

Кривые смоделированы с использованием формулы Планка:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{2\pi hc^3}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/(kT\lambda)} - 1},$$

где  $h$  – Постоянная Планка;

$c$  – скорость света в вакууме;

$\lambda$  – длина волны;

$k$  – Постоянная Больцмана.

Анализ представленных на рис. 1 кривых, показывает, что максимум видимой и средневолновой инфракрасной области лежит в диапазоне от 3 до 5 мкм [3]. Поэтому разрабатываемый оптический измеритель должен работать на это длине волны.

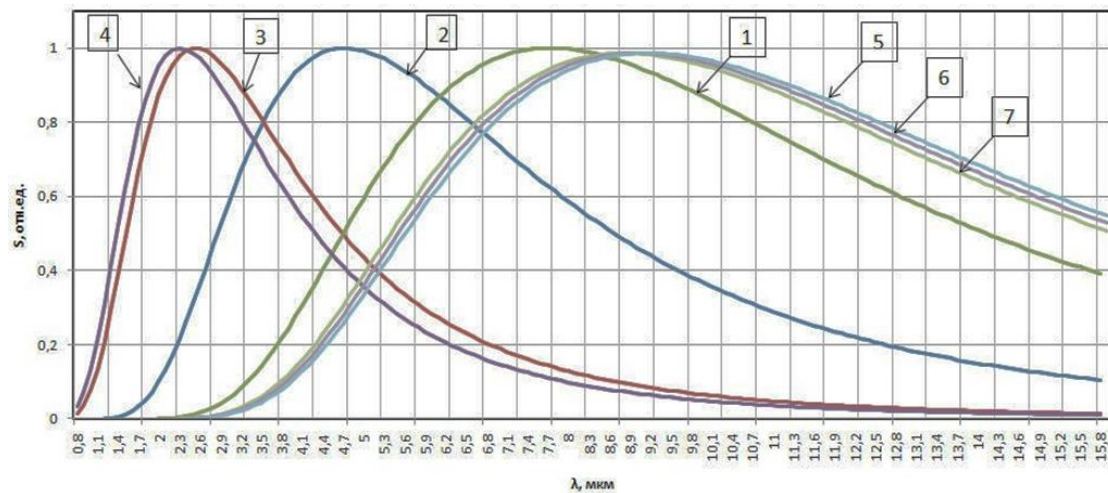


Рис. 1. Относительная спектральная характеристика излучения лесных видов пожара:  
 1 – продукты тления и дым (370К); 2 – раскаленная поверхность (600К);  
 3 – пламя среднего верхового пожара (1100К); 4 – пламя сильного верхового пожара (1200К); 5, 6, 7 – подстилающая поверхность почва, песок и трава, соответственно [3]

По результатам относительных спектральных излучений разработан оптический измеритель для мониторинга пожарной опасности в лесу. Структурная схема показана рис. 2.

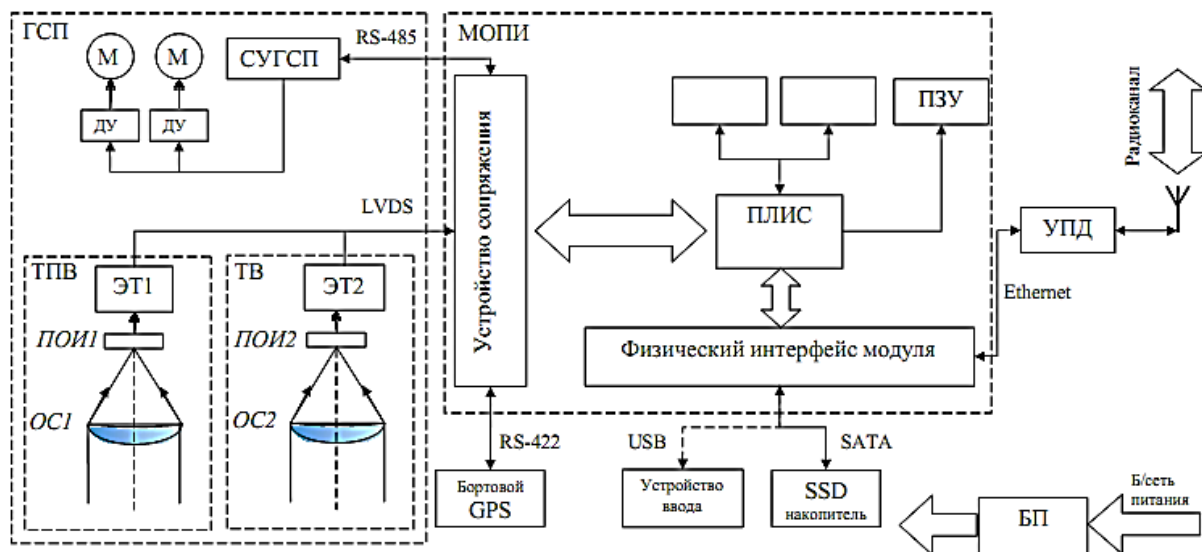


Рис. 2. Структурная схема устройства обнаружения лесных пожаров

Для работы устройства обнаружения лесных пожаров разработан алгоритм программного кода, структурная схема которого представлена на рис. 3. Она состоит из блока цифровой обработки (ЦБО) и из вычислительного блока (БВМ).

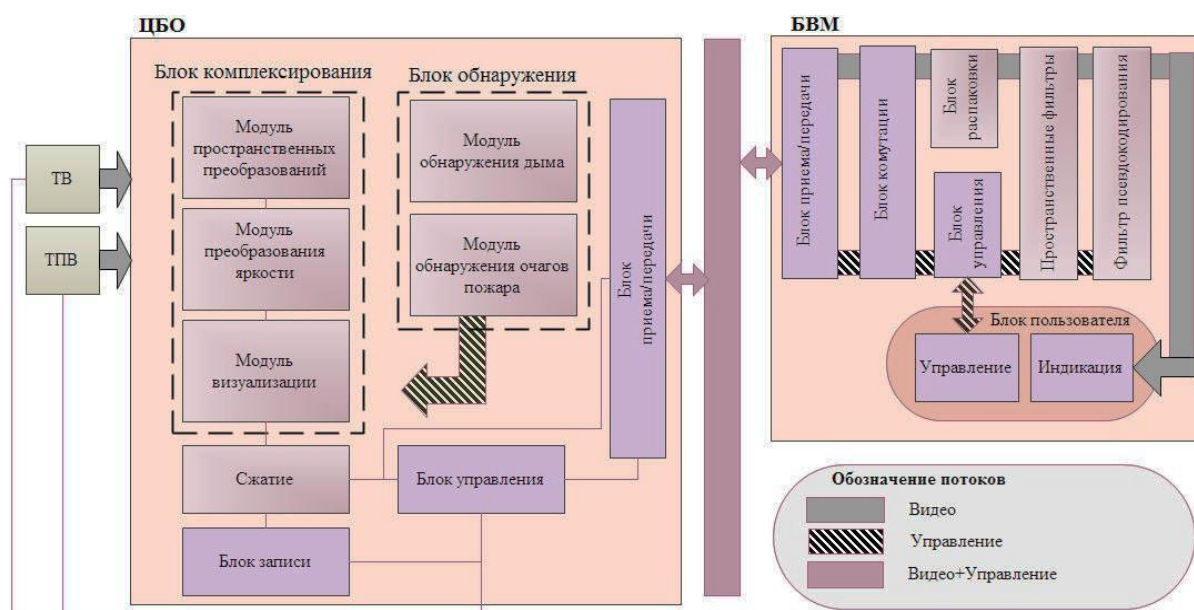


Рис. 3. Структурная схема алгоритма программного кода функционирования оптического измерителя для мониторинга пожарной опасности в лесу

Информация (изображение) поступает с телевизионной матрицы (ТВ) и тепловизора (ТПВ) в ЦБО, где происходит анализ яркостных спектральных характеристик. В результате обработки этой информации происходит обнаружение дыма и очагов пожара, то есть расчет координат до очага возгорания.

**Заклучение.** По результатам проведенных исследований разработан оптический измеритель для мониторинга пожарной опасности в лесу. Данное устройство можно использовать в стационарном режиме (при наличии автономного электропитания) и на различных подвижных транспортных машинах.

### Список источников

1. Андреев Ю. А. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах : дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.03 / Андреев Ю. А. М., 2003. 333 с.
2. Залесов А. С. Классификация лесных пожаров : метод. указ. по курсу «Лесная пирология» для самостоят. работы студентов очной и заоч. форм обучения: направление 250200 «Лесное хоз-во и ландшафт. стр-во», 250100 «Лесное дело»: специальности 250201, 250203. Екатеринбург : УГЛТУ, 2011. 14 с.
3. Васильев А. С. Исследование и разработка многоспектральной оптико-электронной системы комплексирования изображений для обнаружения и мониторинга лесных пожаров : дис. ... к-та техн. наук : 05.11.07 / Васильев А. С. СПб, 2015. 164 с.

4. ГИС-обеспечение космического мониторинга возгорания лесов и торфяников Ленинградской области / В. Н. Афанасьев, А. П. Вершинин, Е. А. Паниди, В. М. Щербаков // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 2008. №1(63).

Научная статья  
УДК 692.232.7

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ КЗ-КОТТЕДЖ КАРКАС 9.0 ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПАНЕЛЬНО-КАРКАСНЫХ ДОМОВ**

**Сергей Алексеевич Сычев<sup>1</sup>, Алексей Владимирович Мялицин<sup>1</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> sergeiural98@rambler.ru

<sup>2</sup> myalitsinav@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Описаны возможности применения программы КЗ-КОТТЕДЖ КАРКАС 9.0 при проектировании панельно-каркасных домов. Данный продукт позволяет осуществлять создание электронных 3D моделей зданий в сопровождении полного пакета конструкторской документации, а также технологическую документацию, например карты раскроя листовых и погонажных деталей и многое другое.

**Ключевые слова:** проектирование панельно-каркасных домов, КЗ-КОТТЕДЖ КАРКАС, BIM

Scientific article

## **APPLICATION OF THE K3-COTTAGE FRAME 9.0 PROGRAM WHEN DESIGNING PANEL-FRAME HOUSES**

**Sergei A. Sychev<sup>1</sup>, Alexey V. Mialitsin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> sergeiural98@rambler.ru

<sup>2</sup> myalitsinav@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article describes the possibilities of using the K3-COTTAGE KARKAS 9.0 program in the design of panel-frame houses. This product allows the creation of electronic 3D models of buildings, accompanied