

УДК 681.2.083

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА «RANDOM FOREST» К РАСПОЗНАВАНИЮ ТИПА ГОРЕНИЯ ХЛОПКА

Антошин А.А.<sup>1</sup>, Безлюдов А.А.<sup>1</sup>, Галузо В.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Скорость развития пожара в помещении и ущерб зависят от типа горения: пламенное горение или тление. Обладание информацией о типе горения на начальном этапе пожара позволит принять правильные и необходимые меры для спасения людей и материальных ценностей. В работе описано применение алгоритма «Random Forest» к распознаванию типа горения хлопка на основе динамики величины потока оптического излучения, прошедшего сквозь задымленную среду. Показана возможность получения моделей распознавания приемлемой точности, сформулированы способы повышения точности создаваемых моделей.

**Ключевые слова:** тип горения, Random Forest, пожар, динамика величины потока излучения.

## APPLICATION OF THE “RANDOM FOREST” ALGORITHM TO RECOGNIZING THE TYPE OF COTTON BURNING

Antoshin A.<sup>1</sup>, Bezliudov A.<sup>1</sup>, Galuzo V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University

<sup>2</sup>Belarusian State University of Informatics And Radioelectronics  
Minsk, Belarus

**Abstract.** The rate of development of a fire in a room and the damage depends on the type of combustion: fiery combustion or smoldering. Having information about the type of combustion at the initial stage of a fire will allow taking the correct and necessary measures to save people and property. The paper describes the application of the “Random Forest” algorithm to the recognition of the type of cotton burning on the basis of the dynamics of the magnitude of the optical radiation flux passed through the smoky environment. The possibility of obtaining recognition models of acceptable accuracy is shown, methods of increasing the accuracy of the created models are formulated.

**Key words:** type of combustion, Random Forest, fire, dynamics of the magnitude of the radiation flux.

Адрес для переписки: Антошин А.А., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь  
e-mail: Aantoshyn@bntu.by

На сегодня методы обнаружения пожара в помещении автоматическими системами пожарной сигнализации не позволяют оценить потенциальную опасность возгорания. Данный факт является одной из причин применения алгоритмов работы систем пожарной автоматики, не учитывающих скорость нарастания величин, характеризующих опасные факторы пожара, и зависящий от этого наиболее вероятный сценарий пожара. Одним из способов получения информации о скорости развития возгорания может стать распознавание типа горения: пламенной или тлеющий пожар. Ранее было показано [1, 2], что динамика изменения величины оптического излучения, прошедшего сквозь задымленную газозвудушную среду, отличается для пламенного горения, тления, высокотемпературного пиролиза таких материалов как поролон и хлопок. Методика анализа изменения величины потока оптического излучения предполагает получение и сравнение характеристических кривых, рассчитанных для временного промежутка от 30 до 60 секунд на начальной стадии горения [3]. Задачей настоящей работы является поиск метода автоматизации процесса анализа и сравнения ха-

рактеристических кривых различных типов горения хлопчатобумажных фитилей.

Временные зависимости величины потока оптического излучения, прошедшего сквозь задымленную среду, были получены в ходе экспериментальных исследований на установке «Дымовой канал» [4]. Всего было проведено 37 экспериментов, включающих сценарии пламенного горения, тления, пиролиза хлопчатобумажных фитилей. В некоторых экспериментах применялись фитили с разной плотностью материала. В одиннадцати экспериментах с пламенным горением семь или четырнадцать фитилей массой от 3 г до 13 г длиной по 10 см каждый подвешивались у пола огневой камеры экспериментальной установки, поджег фитилей осуществлялся спичками. В экспериментах с тлением фитили также подвешивались у пола огневой камеры, поджег осуществлялся спичками, после чего пламя сдувалось, устанавливался тлеющий режим горения. Количество фитилей в экспериментах с тлением равнялось семи или четырнадцати, длина каждого составляла 10 см, общая масса варьировалась от 2,5 г до 13 г. Проведено двенадцать экспериментов с тлением фитилей.

Пиролиз фитилей осуществлялся при их размещении на предварительно разогретой до температуры 600–700 °С электрической нагревательной плитке. Число фитилей в экспериментах с пиролизом составляло семь или четырнадцать штук, длина – 10 см, масса от 3 г до 13 г. Проведено четырнадцать экспериментов с пиролизом фитилей.

В качестве метода для анализа полученных из экспериментальных зависимостей характеристических кривых динамики изменения величины потока оптического излучения был принят алгоритм машинного обучения «Random Forest» [5]. Данный алгоритм применяется, в частности, для решения задач классификации, к которым можно отнести и задачу распознавания типа горения. Результатом работы алгоритма является «обученная» модель, способная на основе обработки входных данных, описывающих объект, процесс или явление отнести его к заранее обозначенным категориям. В случае распознавания типа горения такими категориями являются пламенное горение, тление, пиролиз. Для обучения модели ей передавался набор входных данных (признаков) с метками, указывающими на принадлежность отдельных составляющих набора определенному типу горения. В качестве признаков выступали ширина интервала изменения характеристической кривой, положение максимума кривой и абсолютное значение в точке максимума. Положение всех тридцати семи наборов признаков в виде точек в трехмерном пространстве представлено на рис. 1.

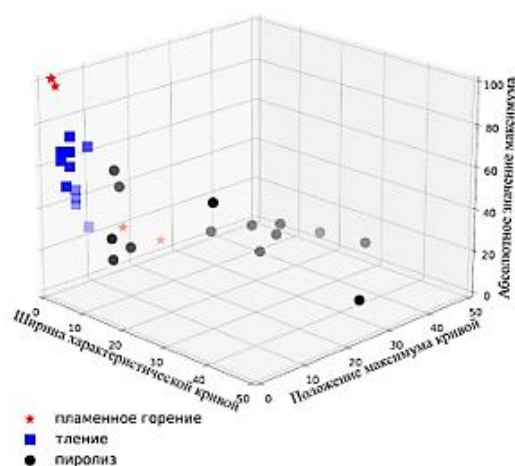


Рисунок 1 – Положение наборов признаков в трехмерном пространстве

Обучение модели осуществлялось на основе двадцати девяти наборов признаков, случайным образом отобранных из всего имеющегося набора признаков. Оставшиеся восемь наборов (20%) использовались для проверки точности получаемой модели. Всего было построено одна тысяча моделей. Гистограмма распределения количества моделей от их точности представлена на рис. 2.

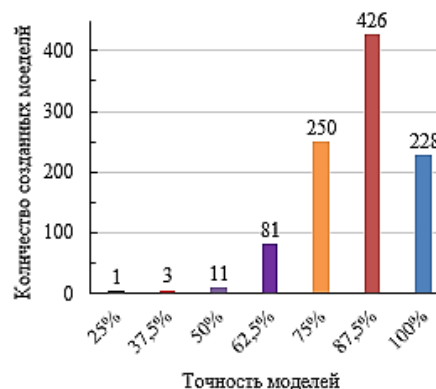


Рисунок 2 – Гистограмма распределения количества моделей от их точности

Средняя точность среди всех моделей составила 84,6%. Наиболее часто модели ошибались в распознавании пламенного горения, классифицируя его как пиролиз, а также ошибочно принимали пиролиз за тление. Значимости каждого из трех признаков для обучения модели оказались схожи и составили по долям 0,38 – ширина интервала изменения характеристической кривой, 0,32 – абсолютное значение в точке максимума, 0,30 – положение максимума характеристической кривой.

Полученные результаты применения алгоритма «Random Forest» к распознаванию типа горения хлопка позволяют говорить о возможности получения модели распознавания приемлемой точности на основе признаков, характеризующих динамику изменения величины прошедшего сквозь задымленную среду потока оптического излучения. И хотя можно контролировать точность отдельно полученной модели и принять для решения задач любую из них, точность ряда полученных моделей распознавания была низкой. Улучшить качество получаемых моделей возможно следующими способами:

- увеличением набора экспериментальных данных. Тридцать семь наборов является сравнительно малым числом;
- расширением числа признаков для обучения/распознавания за счет добавления данных об изменении концентрации угарного газа, температуры в процессе горения;
- использования в качестве признаков не только числовых, а логических и категориальных типов данных.

## Литература

1. Кучура, Е. А. Анализ динамики изменения пропускающей способности среды при пламенном горении и пиролизе поролон в помещении / Е.А. Кучура, А. А. Безлюдов, А. А. Антошин // Новые направления развития приборостроения : материалы 14 междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов, 14–16 апреля 2021 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол. :