

Домащенко Д.А.

Науч. руководитель к.т.н., доц. Шептура А.А.

*Институт информатики и искусственного интеллекта
ДонНТУ*

**Разработка модели процесса распространения
лесного пожара в горной местности**

Хотя Украина считается степным государством, общая площадь лесного фонда страны составляет около 10 млн. га, причем сохранение леса является важной задачей, а лесной пожар составляет большую опасность. Поскольку значительная часть лесов Украины сосредоточена в горах АР Крым и Карпатах своевременный контроль пожара и прогнозирование его распространения являются актуальными проблемами, но эффективной системы для решения данных задач пока не существует.

Модели степного пожара представлены в [1]. В [2] представлены многоуровневые модели лесного пожара. Модели, учитывающие движения воздушных масс, неоднородность влажности горючего материала в лесном массиве и геометрические моделей распространения пожара в горной местности представлены в [3,4,5]. Все эти модели позволяют с высокой точностью определять скорость распространения пожара и его направления, учитывают различные наборы параметров, но сложный математический аппарат, который используется в моделях, существенно сказывается на быстродействии создаваемых систем.

Хотя современные вычислительные системы позволяют производить сам расчет быстро, учет большого количества переменных связан с большими временными затратами по подготовке системы, ее параметрической идентификации, настройке и созданию базы данных лесного массива. Кроме того, для получения некоторых данных

необходимо производить замеры непосредственно на местности, что влечет затраты не только времени, но также финансовых и человеческих ресурсов.

Целью данной работы является разработка модели процесса распространения лесного пожара, которая бы учитывала характер рельефа местности при прогнозировании скорости распространения пожара, а также опасность погодных условий в зависимости от времени года.

Выделяют низовой, верховой и беглый лесной пожар. Но, поскольку беглый пожар редко сам служит очагом нового пожара и носит случайный характер, сложный для математической оценки, в модели рассматривается распространение только первых двух типов пожара. Важным понятием при моделировании лесного пожара является определение угла отклонения точки – угла между направлением ветра и линией, что соединяет точку с центром масс контура горения, рисунок 1. Также стоит отметить, что в зависимости от угла отклонения точки контура, выделяют фронт пожара, фланги и тыл [6].

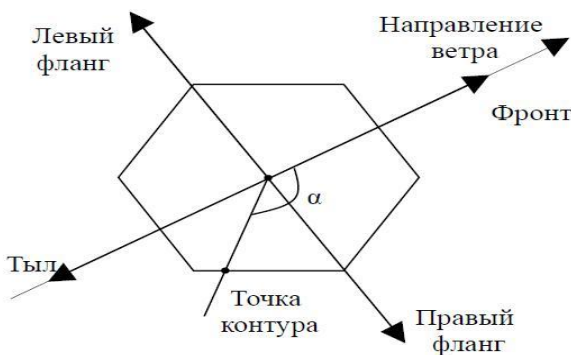


Рисунок 1 – Угол отклонения точки контура горения

В основу теории распространения пожара положен принцип Гюйгенса [5], согласно которому каждая точка

границы пламени является вторичным источником. На каждой итерации рассматриваются все точки действующего контура пожара и рассчитывается вероятность перемещения пламени в соседнюю клетку дискретной сетки.

Особенностью распространения пожара в горной местности является тот факт, что движение фронта пожара вверх по наклонной поверхности происходит быстрее, чем прямое распространение в горизонтальной поверхности. Вызвано это тем, что продукты горения, а также тепловая энергия излучения, направлены вертикально вверх, увеличивая тепловое воздействие на соседние клетки сетки и повышая вероятность возгорания. Для учета характера рельефа в модели используется тангенс угла наклона поверхности, касательной к рельефу, в рассматриваемой точке контура. Определение тангенса угла наклона поверхности производится согласно топографической карте по формуле:

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{h_{\text{в}} - h_{\text{н}}}{d}, \quad (1)$$

где $h_{\text{в}}$ – значение высоты линии уровня, находящейся выше точки горения, $h_{\text{н}}$ – значение высоты линии уровня, находящейся ниже точки горения, d – расстояние между линиями уровня, измеряемое на прямой, проходящей через вершину рельефа и точку горения.

Для оценки зависимости состояния пожарной опасности от погодных условий в модели используется комплексный показатель, который учитывает основные факторы, влияющие на пожарную опасность лесных горючих материалов. Комплексный показатель определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n (T_i - \tau_i) T_i, \quad (2)$$

где T_i - температура воздуха в полдень по местному времени, - точка росы в полдень (дефицит

влажности), n - число дней, прошедших с момента последнего дождя. В зависимости от значения K выделяют 5 классов пожарной опасности и рассчитывают соответствующие скорости распространения контура пожара в основных направлениях [6].

Разработанная модель сочетает максимально возможную эффективность при минимальных общедоступных данных: характер лесного массива и топографическая карта местности. Это дает возможность быстрой адаптации модели к новой локации, что играет ключевую роль, поскольку скорость распространения лесного пожара может достигать до 200 метров в час.

Литература.

1. Гришин А.М. Математическое моделирование низовых и степных пожаров / А.М. Гришин, Д.М. Бурасов – Кемерово : Практика, 2006. – 133с.
2. Доррер Г. А. Математические модели динамики лесных пожаров / Г. А. Доррер, М. : Лесная промышленность, 1979. – 160 с.
3. Валендик Э. Н. Ветер и лесной пожар / Э. Н. Валендик – М. : Наука, 1968. – 117 с.
4. Калиновский А. Я. Модель распространения ландшафтного пожара с учетом изменения влажности горючего материала / А. Я. Калиновский, А. П. Созник, – 2011. – С. 55-59 (Сборник научных трудов. № 29).
5. Созник О. П. Геометрична модель швидкості поширення ландшафтних пожеж і деякі її наслідки / О. П. Союзник. – Мелітополь : ТДТА, 2004. – С. 94-98.

6. Шахраманьян М. А. Методика оперативной оценки последствий лесных пожаров / М. А. Шахраманьян, Г. М. Нигметов – М. : – ВНИИ ГОиЧС, 2001. – 32 с.