

Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности" Приказ МЧС России от 28.06.2012 N 375 (Зарегистрировано в Минюсте России 13.07.2012 N 24901).

2. Чулков Н. А., Деренок А.Н.. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 150 с.

3.Идентификация опасных и вредных производственных факторов//«Центр Аттестации и Экспертизы» – г. Санкт-Петербург, 2014. Источник: <http://www.centrattek.ru/novosti/2014-03-19/170> (дата обращения: 26.04.2014г.).

4. Белов М.В., Лускин А.З., Чулков Н. А. Организация работы по охране труда на предприятиях: Учебно-методическое пособие для организации работы по охране труда / Под общей редакцией Н.А. Чулкова. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001.- 392 с.

## **О МЕТОДАХ РАСЧЕТА СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

*Родченкова А.С.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Перминов В. А., д. ф-м.н., профессор  
кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности*

С давних лет лесные пожары приносили огромный экологический и экономический ущерб людям и окружающей среде. Лесные пожары уничтожают большое количество древесины, а как известно возобновление этих ресурсов занимает много времени. Так же страдает флора и фауна, в опасности ближайшие постройки и жизни людей. Поэтому необходимо увеличивать пожароустойчивость лесов, а при возникновении пожара, как можно быстрее реагировать на него и устранять, не давая захватить огромные площади.

Для своевременного реагирования на лесные пожары необходимы математические модели распространения, как низовых, так и верховых лесных пожаров. Сейчас существует множество таких моделей, но они требуют много информации для моделирования (погодные условия, характеристика местности, горючих материалов и так далее).

Цель работы является разработка методики расчета скорости распространения низовых и верховых лесных пожаров, которая будет

требовать, как можно меньше информации для моделирования процесса горения леса, и определить зависимость между скоростью ветра и скоростью распространения пожара.

Существует множество американских методик для расчёта скорости распространения, например, авторов Скотт Элизабет, Д. Рейнхардт «Assessing Crown Fire Potential by Linking Models of Surface and Crown Fire Behavior» [1]. В данной работе использовалась «Методика расчета параметров лесных пожаров, как динамических процессов на поверхности земли с использованием данных космического мониторинга» под авторством В. С. Коморовского, Г. А. Доррер [2]. Данная методика основана на расчете скорости распространения лесных пожаров по формуле:

$$v_0 = \frac{\alpha\sqrt{k}}{2P(w)}(1)$$

где  $v_0(t)$  – скорость распространения фронта пламени в м/с,  $\alpha$  – показатель динамики пожара,  $w$  – скорость ветра [м/с].

В данной методике приведена таблица с значениями интегралов квадрата экспоненциальной индикатрисы, которая зависит от скорости ветра.

**Таблица 1**

**Значения интегралов квадрата экспоненциальной индикатрисы в зависимости от скорости ветра**

$w$	0	0,1	0,2	0,5	1	2	3
$\alpha(w)$	0	0,078	0,155	0,378	0,725	1,33	1,815
$P(w)$	3,142	2,705	2,361	1,1695	1,178	0,818	0,686
$Q(w)$	3,142	2,911	2,708	2,234	1,758	1,455	1,535

Постоянный коэффициент  $k$ , по формуле:

$$k = \frac{\Delta S}{(t-t_0)^2}(2)$$

где  $\Delta S$  – изменение площади пожара в м<sup>2</sup>,  $t$  – текущее время и  $t_0$  – время возникновения пожара в сутках.

Погрешность коэффициента  $k$  в модели:

$$\delta k = \frac{\delta S}{\delta t^2}(3)$$

Погрешность показателя  $\alpha$ :

$$\delta \alpha = \frac{\delta S}{kt^2 \ln(t)}(4)$$

От показателя  $\alpha$  зависит изменение скорости фронта пожара: при  $\alpha = 2, v_0 = const$ ; при  $\alpha < 2, v_0$  уменьшается;  $\alpha > 2, v_0$  увеличивается.

Таблица 2

Значения интегралов квадрата экспоненциальной индикатрисы в зависимости от скорости ветра

$w$	0	0,1	0,2	0,5	1	2	3
$\alpha(w)$	0	0,078	0,155	0,378	0,725	1,33	1,815
$P(w)$	3,142	2,705	2,361	1,1695	1,178	0,818	0,686
$Q(w)$	3,142	2,911	2,708	2,234	1,758	1,455	1,535

Также в методике рассчитывается скорость увеличения периметра пожара, по формуле:

$$\frac{dL(t)}{dt} = 2v_0(t)Q(w)(5)$$

По данной методике проведем численный расчет скорости распространения пожара. Предположим, что нам известно:  $\delta S = 50$ га;  $\Delta t = 7$ сут.;  $\alpha = 2$ , это значит, что скорость фронта пожара постоянна;  $\Delta S = 800$ га;  $w = 1 \frac{м}{с}$ .

$$k = \frac{800}{49} = 16.3 \text{ га/сут.}^2$$

$$\delta k = \frac{50}{49} = 1.02 \text{ га/сут.}^2$$

$$\delta \alpha = \frac{50}{16,3 * 49 * \ln 7} = 0.03$$

Из табл. 1 берем значения  $P(w)$  и  $Q(w)$  при скорости ветра равной  $1м/с$ .

$$P(w) = 1.178$$

$$Q(w) = 1.758$$

$$v_0 = \frac{2\sqrt{16.3 * 10^4}}{1.178} = 342.7 \frac{м}{сут.}$$

$$\frac{dL(t)}{dt} = 2 * 342.7 * 1.758 = 1204.9 \frac{м}{с}$$

**По данным расчетам была выявлена зависимость скорости распространения пожара от скорости ветра**

Таблица 3

## Зависимость скорости распространения пожара от скорости ветра

$w$	0	0,1	0,2	0,5	1	2	3
$v_0$	128,4	149,2	171,0	345,2	342,7	493,5	588,5
$dL(t)/dt$	807,4	868,9	926,1	1542,4	1205,0	1436,2	1806,7

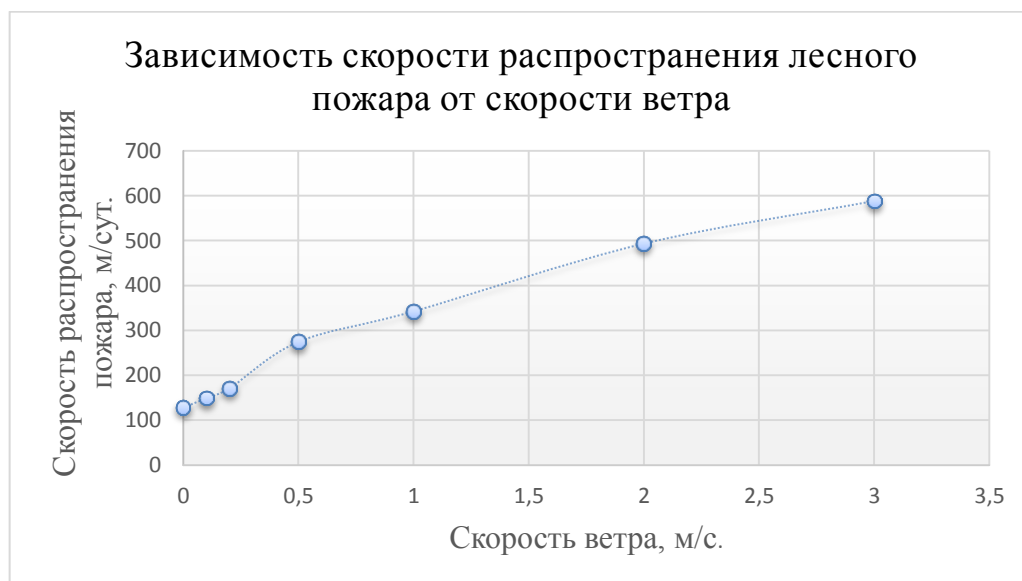


Рис. 1

## Вывод

Разработанная в работе методика расчета скорости распространения лесных пожаров может быть использована для определения размеров пожара через определенный промежуток времени. Кроме того, методика поможет спрогнозировать чрезвычайную ситуацию, и вовремя отреагировать на нее. У данной методике есть значительные минусы. В ней учитывается только скорость ветра, но скорость распространения лесного пожара зависит от влагосодержания, запаса и вида горючего вещества.

Проблема лесных пожаров сложная и многогранная. Для ее решения требуется привлечение специалистов из самых разных областей (например, экологов, пожарных, экономистов, специалистов по охране здоровья человека). Для предотвращения пожаров необходимо проводить пропаганды и агитации, контролировать соблюдение правил пожарной безопасности в лесной зоне.

При численных расчетах была выявлена прямая зависимость между скоростью распространения лесных пожаров и скоростью ветра. Это говорит о том, что сила ветра пагубно влияет на распространение пожаров.

### **Список информационных источников**

1. Скотт Элизабет, Д. Рейнхардт Assessing Crown Fire Potential by Linking Models of Surface and Crown Fire Behavior [Электронный ресурс] // URL: <http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/4623>

2. В. С. Коморовский, Г. А. Дорпер Методика расчета параметров лесных пожаров как динамических процессов на поверхности земли с использованием данных космического мониторинга // Материалы Всероссийской научно-практической конференции : сб. ст. – Красноярск, 2010.

3. А. М. Гришин, А. А. Голованов, В. Г. Смирнов О методике экспериментального определения параметров в зоне лесного пожара // Физика горения и взрыва, 1995, т 31, № 3.

4. Коморовский В.С. Оценка возможности прогнозирования распространения лесных пожаров по данным ИСДМ-РОСЛЕСХОЗ, [Электронный ресурс] // URL: <http://econf.rae.ru/article/4679>

## **О МЕТОДАХ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ОГНЕННЫХ ШАРОВ.**

*Румянцев А.В.*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Перминов В.А., д. ф.-м.н., профессор  
кафедры Экологии и безопасности жизнедеятельности*

### **Введение**

Традиционно считается взрывоопасными технологические процессы (угледобыча, нефтепереработка, химическая технология), в которых предпринимается серьезные усилия для предотвращения взрывов и ослабления их негативных последствий на окружающую среду, населенные пункты, здания и сооружения, персонал [1].

Крупная авария на промышленном предприятии происходит при изготовлении, хранении, транспортировке легколетучих и сжиженных газообразных топлив, при промывке резервуаров для хранения жидкого топлива; при разрыве сосудов высокого давления,