

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,

при утечке газа в жилых домах. К последствию аварии относится разгерметизация оборудования и тепловое действия от выгорания теплоносителя. Как правило, крупная техногенная катастрофа на объектах магистральных трубопроводах сопровождается возникновением огненных шаров [2], под воздействием которых возможно зажигание близлежащего растительного покрова [3].

Из метода расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» [4] следует что

$$D_s = a \times M^b, t_s = c \times M^d$$

где  $D_s$  - эффективный диаметр «огненного шара», м;

$t_s$  – время существования огненного шара, с

$H_s$  – высота подъема «огненного шара», м

$M$  - масса горючего вещества, кг

В подавляющем большинстве имеющих на настоящий момент экспериментальных работа, которые были предложены различными авторами, неопределенной величиной является доля энергии, которая выбрасывается в виде теплового излучения.

Таблица. Экспериментальные данные для оценки огненных шаров

Модели	$a$	$b$	$c$	$d$	$H_s$
Gayle* [6]	3.68	0.326	0.245	0.356	-
Gayle [6]	6.14	0.325	0.410	0.340	-
Brasie [6]	3.80	0.333	0.300	0.333	-
Marshall [7]	5.50	0.333	0.380	0.333	
Roberts [6]	5.80	0.333	0.450	0.333	$0.5 \times D_s$
SRD <sup>a</sup> [7]	6.00	0.333	0.005	- <sup>c</sup>	
Fay-Lewis [6]	6.36	0.333	2.570	0.167	$10.3 \times M^{0.22}$
Hardee [6]	6.24	0.333	1.110	0.167	-
Hasegawa [6]	5.28	0.277	1.099	0.097	-
Hasegawa-Sato [6]	5.25	0.314	1.070	0.181	$(1-1.5) \times D_s$
Moorhouse [6]	5.33	0.327	0.923	0.303	$0.5 \times D_s$
TNO [6]	6.48	0.325	0.820	0.260	$0.5 \times D_s$
Maurer [7]	3.51	0.333	0.320	0.333	
High [6]	6.20	0.320	0.490	0.320	$0.7 \times D_s$
HSCC <sup>b</sup> [7]	6.45	0.333	5.530	0.333	
Hord [6]	7.93	0.333	0.470	0.333	-
API [7]	5.33	0.327	1.089	0.327	
AICHE/CCPS [6]	6.48	0.325	0.852	0.260	$0.75 \times D_s$
Dorofeev [6]	4.10	0.325	1.100	0.200	-

	7.20	0.320	0.186	0.333	-
Howeling [6]	4.142	0.333	0.494	0.284	-

Все эти значения требуют проверки от экспериментальной работы, которая в данном случае является довольно сложным, дорогостоящим и трудным для выполнения. Ввиду того, что натурные исследования в решении таких проблем невозможны, актуальными являются методы математического моделирования [5].

В математической модели используются интегральные параметры (максимальный размер огненного шара, время жизни и высота подъема горящего облака, мощность излучения с единицы поверхности) как функции массы вовлеченного топлива, полученные из эмпирических зависимостей путем обработки результатов экспериментов и экспресс-анализа аварийных ситуаций [2].

### Постановка задачи

Считаем, что источник лучистой энергии находится на высоте  $H$  от поверхности Земли (см. рис.1). Так как его размеры малы по сравнению с радиусом Земли, будем считать точечным источником излучения,  $D$  - расстояние от центра источника до текущей точки поверхности лесного массива,  $h$  - высота лесного массива,  $0$  - эпицентр,  $r_*$  - радиус зоны зажигания. На верхнюю границу  $z = h$  лесного массива действует интенсивный лучистый поток  $q_R(r, t)$ , который ослабляется по мере удаления от эпицентра  $0$ .

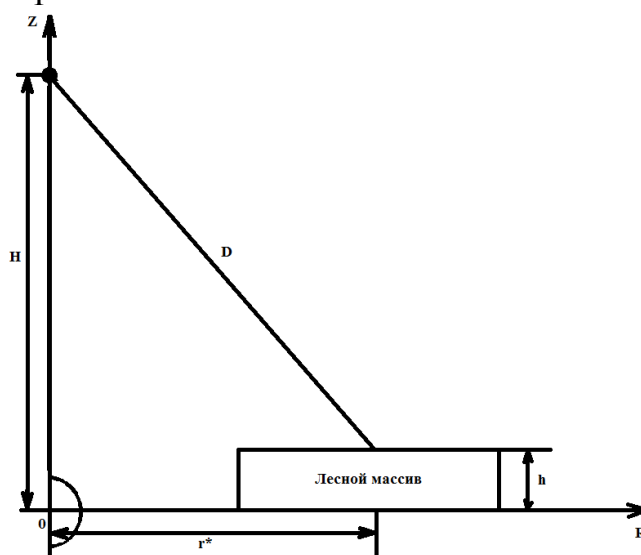


Рисунок 1 - Схема процесса зажигания лесного массива

Поступление лучистой энергии в растительный покров ( $z_0 \leq z \leq h$ ) вызывает, нагрев лесных горючих материалов, испарение влаги и

последующее термическое разложение твердого материала с выделением летучих продуктов пиролиза, которые затем воспламеняются. Из-за наличия силы тяжести, нагретые объемы воздуха начинают всплывать вверх, поэтому процессы объемного зажигания лесной растительности оказываются, в общем случае, связаны с гидродинамикой течения. Ввиду того, что на периферии от эпицентра взрыва интенсивность лучистого потока в полог леса невелика, то там не происходит зажигания. Таким образом, за время действия источника излучения формируется зона первоначального зажигания лесного массива радиусом  $r^*$ . В идеальном случае она имеет в плане форму круга. Последующее ее развитие определяется взаимодействием восходящих потоков с полем ветра, поскольку они выносят в приземный слой атмосферы и осуществляют разброс по окружающей территории твердых горящих элементов, а также метеорологическими и географическими условиями в заданном районе [5].

Предложенный в настоящей работе подход может использоваться при решении таких задач оценка ущерба лесному фонду, построение карт риска, экспертных оценках последствий аварий на трубопроводах, в хранилищах для хранения топлив.

### **Метод решения**

Гидродинамические процессы турбулентного переноса описываются с помощью уравнений Рейнольдса. Используется локально-равновесная модель турбулентности. Дискретный аналог получен с помощью метода контрольного объема [8].

### **Список информационных источников**

1.Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. В 40 Кн. 1. Пер. с англ./ Под ред. Я. Б. Зельдовича, Б. Е. Гельфанда. — М.: Мир, 1986. —319 с., ил.

2.Болодьян И.А., Шебеко Ю.Н., Карпов В.Л. и др. Руководство, по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. ФГУ ВНИИПО, М. 2006.

3.Glastone S. (Ed.). The Effects of Nuclear Weapons, U.S. Gov't. Printing Office, Washington, 1962

4.ГОСТ Р 12.3.047-98 - Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля

5.Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. - Новосибирск: Наука, 1997-. 408 с.

6. Якуш С.Е. Гидродинамика и горение газовых и двухфазных выбросов в открытой атмосфере // Диссертация - Москва, 2000. – 337 с.

7. J. Casal, J. Arnaldos, H. Montiel, E. Planas-Cuchi, and J. A. Vilchez. Modeling and understanding BLEVEs

8. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: - М.: Энергоатомиздат, 1984. -152 с.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НИТРАТ ИОНОВ**

*Рязанцев А.А., Булыгина К.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научные руководители: Ларионова Е.В., к.х.н., доцент,*

*Романенко Э.С., к.х.н., научный сотрудник*

Нитратное загрязнение характерно для различных природных сред и объектов окружающей среды. Особенно актуальна эта проблема для оценки качества питьевой воды и пищевых продуктов сельскохозяйственного происхождения, а также для изучения процессов антропогенной эвтрофикации водных объектов и решения проблемы загрязнения окружающей среды. Загрязнение воды нитратами может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами. В результате деятельности бактерий в водоемах аммонийные ионы могут переходить в нитрат-ионы, кроме того, во время гроз некоторое количество нитратов возникает при электрических разрядах молний. Основными антропогенными источниками поступления нитратов в воду являются сброс хозяйственно-бытовых сточных вод и сток с полей, на которых применяются нитратные удобрения.[1]

Большинство методик определения нитратов связаны с необходимостью использования сложного и дорогостоящего оборудования. Однако, некоторые из них после соответствующей модификации могут быть применены для создания более простых, и автоматизированных средств контроля. Это является одним из основных требований к современным системам мониторинга. По нашему мнению, наиболее перспективным методом с точки зрения автоматизации определения нитрат-ионов является метод ионометрии. [2]. Ионометрия – простой и экспрессный метод, использующий недорогие аналитические средства. Метод не требует многостадийной пробоподготовки, сложного лабораторного оборудования, и обработки