

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт неразрушающего контроля.  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности.  
Направление - техносферная безопасность



## Численное исследование условий распространения лесных пожаров

Выполнила: студентка гр.1Е00

Кузьмина Е.В.

Научный руководитель: доцент кафедры ЭБЖ

Алексеев Н.А.

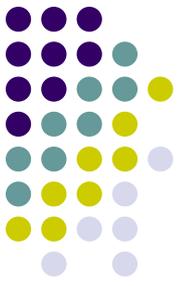
Томск 2014

# Введение



**Лесной пожар представляет собой стихийное аэротермохимическое явление, в рамках которого имеют место испарение свободной и связанной воды, пиролиз и горение лесных горючих материалов, перенос энергии, конвекцией и излучением. Он является мощным природным и антропогенным фактором, который существенно изменяет функционирование и состояние лесов.**

**Лесные пожары наносят урон экологии, экономике, а часто и человеческие жизни оказываются под угрозой**



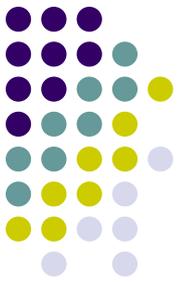
**Актуальность данной работы** заключается в том, что экспериментальные исследования лесных пожаров являются, как правило, дорогостоящими, а в некоторых случаях просто невозможными. В связи с этим большое значение имеет математическое моделирование возникновения и развития лесных пожаров с целью прогнозирования их поведения, для разработки более эффективных способов борьбы с ними

**Цель работы** - исследование условий распространения лесных пожаров



## **Задачи:**

- 1) Изучить основные понятия и определения по лесным пожарам, классификацию лесных пожаров;**
- 2) Изучить механизм возникновения и распространения лесного пожара;**
- 3) Изучить условия распространения лесных пожаров и их влияние на процесс распространения пламени;**
- 4) Исследовать влияние скорости ветра, запаса и влажности лесных горючих материалов на скорость распространения верховых лесных пожаров на примере построения математической модели**

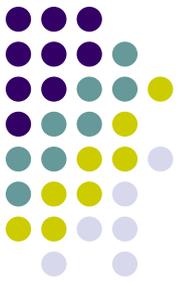


**Объект исследования – верховой лесной пожар**

**Предмет исследования – моделирование распространения верхового лесного пожара с учетом скорости ветра, запаса и влажности лесных горючих материалов**

# Лесной пожар: основные понятия и определения.

## Классификация лесных пожаров



**Лесным пожаром** называется явление неуправляемого многостадийного горения в открытом пространстве, на покрытой лесом площади, в рамках которого имеют место взаимосвязанные процессы конвективного и радиационного переноса энергии, нагревания, сушки и пиролиза лесных горючих материалов, а также горение газообразных и догорание конденсированных продуктов пиролиза лесных горючих материалов



# Возникновение и распространение растительных пожаров



## ✓ Основные виды теплообмена:

- конвекция
- кондукция
- излучение

## ✓ При зажигании последовательно протекают следующие стадии:

- нагрев влажного материала
- сушка
- нагрев сухого материала
- газификация, а при отсутствии пламени также нагрев окисляющегося углеродистого остатка и его воспламенение

# Влияние условий на процесс распространения пламени



- **влияние вида горючего материала (структуры)**
- **влияние влагосодержания**
- **влияние плотности слоя**
- **влияние ориентации**
- **влияние угла наклона**
- **влияние живой растительности**
- **влияние ветра**

# **Исследование влияния скорости ветра, запаса и влажности лесных горючих материалов на скорость распространения верховых лесных пожаров на примере построения математической модели**



**Были проведены следующие численные исследования:**

- 1) Исследование влияния высоты полога леса при различном влагосодержании ЛГМ на скорость распространения верхового лесного пожара. Задавалась высота деревьев от 2 до 15 м при влагосодержании от 30 до 80%, что соответствует реальным условиям в молодом сосновом лесу**
- 2) Исследование влияния запаса ЛГМ при различных скоростях ветра на скорость распространения верхового лесного пожара. Задавалось значение количества ЛГМ от 0,1 до 0,5 кг/м<sup>3</sup> при значениях скорости ветра от 3 до 12 м/сек, что соответствует реальным метеорологическим условиям в Томской области**
- 3) Исследование зависимости размера противопожарного разрыва от скорости ветра при различном влагосодержания ЛГМ. Задавалась скорость ветра от 3 до 12 м/сек при влагосодержании от 30 до 80%**

# Результаты расчетов



**1. Получены значения скорости распространения верхового лесного пожара, которые зависят от высоты полога леса и влагосодержания лесных горючих материалов**

Высота полога леса, м		Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек
	<i>Влагосодержание ЛГМ</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>0,8</i>
2		6,4	6	0	0	0	0
4		6,72	6,53	4	2,51	0	0
6		6,15	6,03	2,51	2	0	0
8		6,07	6,03	3,52	2,3	2,3	1,7
10		5,83	4,02	2,51	2,51	2,3	1,4
15		4,56	3,83	2,24	2,2	2,13	1,02

**Табл.1. Зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от высоты полога леса и влагосодержания лесных горючих материалов**



## 2. Получены значения скорости распространения верхового лесного пожара, которые зависят от запаса лесных горючих материалов и скорости ветра

Скорость ветра, м/сек		Скорость фронта, м/сек				
	<i>Запас ЛГМ, кг/м<sup>3</sup></i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>
3		0	3,02	1,51	1,51	1,3
5		0	4,52	3,02	3,52	3,38
7		5,53	4,02	3,02	3,02	2,82
9		6,03	4,5	3,52	4,02	3,47
11		6,42	4,57	3,8	4,15	3,62

**Табл.2. Зависимость скорости распространения верхового лесного пожара от запаса лесных горючих материалов и скорости ветра**



### 3. Получены значения минимальной ширины разрыва, которые зависят от влагосодержания лесных горючих материалов и скорости ветра

Скорость ветра, м/сек		Минимальная ширина разрыва, м	Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек	Скорость фронта, м/сек
	<i>Влагосодержание ЛГМ</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,8</i>
3		12,03	10,05	6,02	3,21
4		16,07	12,56	4,02	3,83
5		20,1	17,59	5,03	4,52
6		25,17	20,10	7,53	6,12
7		30,13	21,12	8,54	7,53
8		34,7	22,63	10,05	8,15
9		39,9	23,62	10,55	9,44
10		42,3	25,13	15,57	11,15
11		46,2	27,6	17,28	14,52
12		49,1	30,2	19,8	16,12

**Табл.3. Зависимость минимальной ширины разрыва от влагосодержания лесных горючих материалов и скорости ветра**



## **Заключение**

**В ходе работы проведен обзор основных понятий и определений лесного пожара, изучена классификация лесных пожаров, механизмы их возникновения и распространения.**

**Поставленные задачи в работе были выполнены.**

**Исследовала условия распространения лесных пожаров и подтвердила теоретическое описание расчетами. При выполнении расчетов в данной работе изучалось влияние определенных условий на распространения верхового лесного пожара. Полученные результаты позволяют изучить зависимость скорости распространения фронта пожара от скорости ветра, запаса лесных горючих материалов, влагосодержания лесных горючих материалов, что, в свою очередь, дает возможность применять такой метод расчетов для профилактики и разработки новых методик тушения и предотвращения лесных пожаров**



**Спасибо за внимание**