

Литература

1. MoussaïEd M, Helbing D, Theraulaz G. 2011 How simple rules determine pedestrian behavior and crowd disasters. Proc. Natl Acad. Sci. USA 108, 6884–6888.
2. Varas A. Cellular automata model for evacuation process with obstacles / Varas A, Cornejo MD, Mainemer D, Toledo B, Rogan J, Munoz V. // Physica A 382. – 2007. – с. 631-642.

Сведения об авторах

Подрезов Юрий Викторович, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 8-903-573-44-84; e-mail: uvp4@mail.ru;

Борисова Людмила Робертовна, доцент департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий Финансового университета при Правительстве РФ; доцент кафедры «Высоких технологий в обеспечении безопасности жизнедеятельности» МФТИ (ГУ). Тел. 8-916-245-71-27 E-mail: borisovalr@mail.ru.

УДК.614.84

АНАЛИЗ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ИНТЕРЕСАХ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИК ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ

И.М. Михайлов

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
“Всероссийский научно – исследовательский институт по проблемам гражданской
обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России” (федеральный центр науки
и высоких технологий)**

Выполнен анализ особенностей поражающих факторов лесных пожаров. Рассмотрены основные виды лесных пожаров, их особенности. Рассмотрены основные воздействующие факторы лесных пожаров на населенные пункты и объекты экономики.

Ключевые слова: лесной пожар, поражающие факторы, безопасность объектов, защита населения от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE FOREST FIRES IN ORDER TO DEVELOP METHODS OF EVALUATING THE SECURITY OF VARIOUS ECONOMIC AND INFRASTRUCTURAL PROJECTS, INCLUDING STRATEGIC

I.M. Mikhailov

Federal state budgetary institution "all-Russian research Institute on civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia" (Federal center of science and high technologies)

The analysis of the characteristics of the damaging factors of forest fires. The main types of forest fires, their features are considered. The main influencing factors of forest fires on human settlements and economic objects are considered.

Keywords: forest fire, damaging factors, safety of facilities, protection of the population from damaging factors of emergency situations.

Лесные пожары являются мощным природным и антропогенным фактором, существенно изменяющим функционирование и состояние лесов. Лесные пожары наносят урон экологии, экономике, часто и человеческие жизни оказываются под угрозой, а порой гибнут люди. Ежегодно на территории РФ регистрируется от 10 до 35 тысяч лесных пожаров, соответственно каждый из таких пожаров охватывает площадь от 0,5 до 2,5 миллионов га [1].

В результате развития промышленности Российской Федерации растет и количество объектов экономики и инфраструктуры, расположенных на лесных площадях. Соответственно, для таких объектов лесные пожары могут создавать негативное влияние, вплоть до частичного или полного прекращения функционирования объекта, что может нанести ущерб деятельности отдельных предприятий, отраслей экономики и даже всей страны – речь идет о критически важных объектах. Поэтому актуальным является развитие методической базы для оценки безопасности таких объектов.

Для разработки и совершенствования методики необходим критический комплексный анализ как поражающих факторов лесных пожаров, так и мониторинговых данных об их возникновении и динамике, так как они являются существенно взаимосвязанными. Легко понять, что степень влияния (интенсивность) воздействия поражающих факторов тесно связаны со скоростью распространения горящей кромки пожара, состава и распределения горючих материалов на поверхности земли, температуры и теплоты их сгорания, скорости горения. Поэтому представляется необходимым провести обзор существующих моделей лесных пожаров, выделить параметры, которые будут влиять на возникновение и интенсивность воздействия поражающих факторов, а также связать эти параметры в единую математическую модель.

Поражающие факторы и описание их интенсивности

Лесные пожары (далее – ЛП) представляют чрезвычайную опасность, поскольку к началу их локализации они успевают охватить большие площади, при этом возникает угроза населенным пунктам и объектам экономики, расположенных на лесных площадях или вблизи них. При лесных пожарах может возникать сильное задымление или загазованность населенных пунктов, объектов экономики и инфраструктуры даже, сильно удаленных от лесных массивов. Основными поражающими факторами ЛП являются:

- тепловое воздействие, вызывающее возгорание объектов и поражение людей,
- задымление районов (объектов), вызывающее отравление угарным газом, потерю ориентировки и затрудняющее борьбу с пожаром,
- отрицательное психологическое воздействие [2].

В зависимости от вида сгораемых материалов и характера горения ЛП подразделяют на:

- низовые,
- верховые,
- подземные [3-6].

Низовые ЛП развиваются в результате сгорания хвойного и лиственного опада, растений и растительных остатков, расположенных на почве или на небольшой высоте – 1,5-2,0 м. Скорость распространения огня – 180-300 м/ч (3-5 м/мин.), зависит от скорости ветра в приземном слое.

Верховые ЛП характеризуются тем, что от них сгорает не только напочвенный покров, но и полог древостоя. Они развиваются из низовых пожаров и подразделяются на беглые и устойчивые: при беглом – огонь распространяется по кронам деревьев в направлении ветра со скоростью 4500 м/ч (75 м/мин.) и более; при устойчивом – огонь распространяется по всему древостою: от постилки до крон со скоростью 300-1500 м/ч (5-25 м/мин.). Верховые пожары считаются самыми опасными, так как скорость распространения огня самая высокая!

Подземные ЛП являются развитием низового пожара и возникают на участках со слоем подстилки более 20 см или с торфяными почвами. Горение происходит медленно, беспламенно. При сгорании корней дерева беспорядочно падают, образуя завалы. Глубина прогорания при сильном подземном пожаре – более 0,5 м, среднем – до 0,5 м и слабom – до 0,25 м.

По силе ЛП подразделяются на слабые, средние и сильные (см. табл. 1). Интенсивность их горения зависит от состояния и количества горючих материалов, уклона местности, времени суток и силы ветра.

Таблица 1

Классификация пожаров в зависимости от их скорости

Вид пожара	Сила и параметры пожара					
	слабый		средний		сильный	
	<i>V</i> _п , м/мин.	<i>h</i> _{пл} , м	<i>V</i> _п , м/мин.	<i>h</i> _{пл} , м	<i>V</i> _п , м/мин.	<i>h</i> _{пл} , м
Верховой	До 3,0	Выше деревьев	75-100	Выше деревьев	Более 100	Выше деревьев
Низовой	До 1,0	До 0,5	1-3	До 1,5	Более 3	Более 1,5
Подземный	Распространяется на глубину					
	До 0,25		До 0,50		Более 0,50	

Скорость распространения лесных пожаров зависит от скорости ветра, типа лесных массивов, класса пожарной опасности и определяет виды пожаров (см. табл. 2).

Влияние ветра выражается в двух вариантах:

— ветер действует непосредственно на горящую кромку, наклоняет пламя к горючему, ускоряя его воспламенение, и выносит за пределы фронтальной кромки горящие частицы, которые образуют новые очаги горения в нескольких метрах от фронта, скорость продвижения кромки не превышает 25 м/мин. даже при сильном ветре [6,7],

— "пятнистая" форма распространения пожара, связанная с поднятием горящих частиц конвективным потоком пожара на высоту 1000-2000 м, где они переносятся верхним ветром на 300-1000 м, образуя очаги горения [8].

Таблица 2

Скорости распространения лесных пожаров в зависимости от вида насаждений и вида пожара

Вид насаждений	Вид пожара	Класс пожарной опасности погоды	Скорость распространения пожаров (в числителе – предел скорости, в знаменателе – средняя скорость, м/ч)			Примечание
			фронт	фланги	тыл	
Первый класс горимости (чистые и с примесью лиственных пород хвойные насаждения, кроме лиственных насаждений)	Низовой	2	10-140/75	10-25/20	5-10/10	Минимальные скорости при ветре до 1 м/с, максимальные – более 6 м/с
	Низовой	3-4	20-200/110	20-30/25	10-20/15	
	Верховой устойчивый	3-4	80-100/120	–	–	Возникает при ветре менее 5 м/с
	Верховой беглый	3-4	3000-6000/4500	–	–	Возникает при ветре более 5 м/с
	Почвенный	3-4	0,1	0,1	0,1	-
Второй класс горимости (чистые и с примесью хвойных пород лиственные насаждения)	Низовой	2-4	120-1200/650	60-120/90	20-30/25	Минимальные скорости при ветре до 1 м/с, максимальные – более 5 м/с
	Почвенный	3-4	0,1	0,1	–	–

В зависимости от вида и интенсивности ЛП, воздействие на объекты экономики и инфраструктуры выражается не только в частичном или полном прекращении их функционирования (уничтожении), но и в поражении населения и участников тушения пожаров ожогами различной степени тяжести, отравлении продуктами сгорания, травмами различной степени, а порой и гибелью людей.

Двигатели техники на предприятиях в зоне задымления теряют мощность и часто останавливаются. При горении лесных материалов выделяются окись и двуокись углерода (см. табл. 3) [3]. Наибольшая их концентрация создается при скорости ветра 0,5-2 м/с и неустойчивом состоянии атмосферы [8].

Допустимые нормированные значения основных поражающих факторов пожаров в том числе ЛП, представляющие угрозу жизни и здоровью человека, приведены ниже в табл. 4 [9].

В заключение следует отметить, что верховые пожары являются самыми опасными, ввиду высокой скорости их распространения. Расстояние 50-100 метров верховой пожар преодолевает практически мгновенно. Дымовое облако, образующееся при ЛП, мо-

жет создавать негативное воздействие не только на здоровье человека (а, порой и приводит к гибели людей), но и выводить технику из строя, что может приводить к прекращению функционирования целых предприятий, а так же нарушения логистического обеспечения. Учитывая специфику РФ, а именно то, что 22% территории лежит на лесной площади, огромное количество населенных пунктов, объектов экономики и инфраструктуры, в том числе стратегически важные и критические важные объекты, лежат на лесной площади.

Таблица 3

Показатели опасности окружающей среды при лесных пожарах

Характер лесного пожара	Концентрации			Т, °С	Опасная зона при пожаре, м	Длительность воздействия концентрации, мин.
	СО, мг/л	СО, % об.	О ₂ , % об.			
Почвенный	0,11	–	21	25	–	300
Низовой слабой интенсивности	0,55	0,2	20,7	30	до 7,0	5
Низовой сильной интенсивности	1,1	0,4	20,5	40	до 15	15
Верховой	0,33	0,15	20,8	30	до 140	до 30

Таблица 4

Нормированные значения опасных факторов пожаров

№ п./п.	Опасный фактор пожара	Предельное значение
1	Оксид углерода (угарный газ) - СО	1,16 г/м ³ (0,1% объема)
2	Двуокись углерода (углекислый газ) – СО ₂	0,00011 г/м ³
3	Хлористый водород	0,000023 г/м ³
4	Температура	70 °С
5	Интенсивность теплового излучения	1,4 кВт/м ²
6	Концентрация кислорода	15%
7	Предельная видимость в дыму	20 м

Таким образом, методики обеспечения безопасности объектов экономики и инфраструктуры должны учитывать особенности воздействия поражающих факторов ЛП различных видов и прежде всего наиболее быстро распространяющихся.

Литература

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. — Москва. - 2014 ISBN 978-5-904206-13-0.
2. Емельянов В.М., Коханов В.Н., Некрасов П.А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для высшей школы. М.: Академический Проспект. - 2007, 496 с.

3. Седнев В.А. и др. Обоснование инженерно-технических мероприятий, состава сил и средств для защиты населения и территорий от воздействия крупномасштабных природных пожаров: учебное пособие. М.: Академия ГПС МЧС России. - 2010, 73 с.

4. Подрезов Ю.В., Шахраманьян М.А. Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Монография. Издание первое. М.: ВНИИ ГОЧС. - 2001, 266 с.

5. Подрезов Ю.В., Шахраманьян М.А. Методологические основы прогнозирования последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Монография. Издание первое. М.: ВНИИ ГОЧС. - 2001, 246 с.

6. Щетинский Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. М.: ВНИИЛМ. - 2003, 96 с.

7. Артемьев Н.С., Терехнев В.В., Грачев В.А. и др. Пожаротушение лесов, торфяников и лесоскладов: учебное пособие. М.: Академия ГПС МЧС России. - 2013. 244 с.

8. Энциклопедия лесного хозяйства: в двух томах. - Т.2. Изд. перераб. и доп., М. - 2006, 416 С.: с илл.

9. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МВД РФ. - 2000.

Сведения об авторе

Михайлов Илья Михайлович, аспирант ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Тел.: 8-926-780-53-96; e-mail: mikhailov.im@mipt.ru

УДК 656.614

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ УСПЕШНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЭКИПАЖА БАЛКЕРА В СЛУЧАЕ РАЗЖИЖЕНИЯ ГРУЗА

**Кандидат техн. наук Б.С. Гуральник, А.К. Сирота, кандидат техн. наук И.В. Якута
ФГОУ Калининградский Государственный Технический Университет**

**Доктор техн наук С.С. Кубрин
ФГОУ Московская Государственная Академия Водного транспорта**

Аварии в случае наступления разжижения навалочного груза, как правило, заканчиваются гибелью судов и их экипажей. В работе показано, что во время развития таких аварий можно выделить два периода. Начальный период, когда у судна развивается начальный угол крена не превышающий 10 градусов и завершающий период, который быстро заканчивается опрокидыванием судна. Отмечается, что в данных авариях обязательно должен учитываться фактор времени, который определяет момент, когда должна быть подана команда «оставить судно» для спасения экипажа. Произведенные расчёты показали, что если время эвакуации не превышает 5 минут, то вероятность спасения составляет 0,97. Если время эвакуации затягивается до 15 и 20 минут, то вероятность успешного покидания судна равна 0,78 и 0,63 соответственно.

Ключевые слова: навалочный груз, разжижение, крен, безопасность судна и экипажа, время эвакуации.