

УДК 004.75: 504.75: 681.3

Моделирование и мониторинг техногенных ситуаций в Грид

Храмов² В.В., аспирант, Устименко¹ В.Н., канд. хим. наук; Безкоровайный¹ В.С., сис. инженер; Судаков² О.О., канд. физ.-мат. наук; Кононов² М.М., канд. физ.-мат. наук; Будник^{2,3} Н.Н., д. техн. наук

¹ Крымский экологический институт ГВУЗ "КНЭУ им. В. Гетьмана",

² КНУ им. Т. Шевченка, кафедра медицинской радиофизики,

³ ИК им. В.М. Глушкова НАНУ, г. Киев,

vlad_dip@ukr.net, saa@grid.org.ua

Аннотация. В статье проанализированы методологические аспекты и приведены примеры задач для экологического моделирования на примере моделирования лесных пожаров в АР Крым. Результаты моделирования показали, что большинство параметров коррелируются со статистикой, что свидетельствует о правильности и достоверности моделей и устойчивости пожарного симулятора находящегося в распределенной информационной системе.

Ключевые слова

Моделирование, лесные пожары, грид, эпицентр пожара

1 Введение

Большинство техногенных, чрезвычайных ситуаций в Крымской области обусловлены лесными пожарами[1]. Лесной пожар — это стихийное, неуправляемое распространение огня по лесным площадям. На рис 1.1 представлены площади пожаров в АРК Крым.

Причины возникновения пожаров в лесу принято делить на естественные и антропогенные. Различные участки леса характеризуются различной пожарной опасностью. Но для анализа принятия решений требуется полнота, достоверность, оперативность информации (в системе мониторинга)[1].

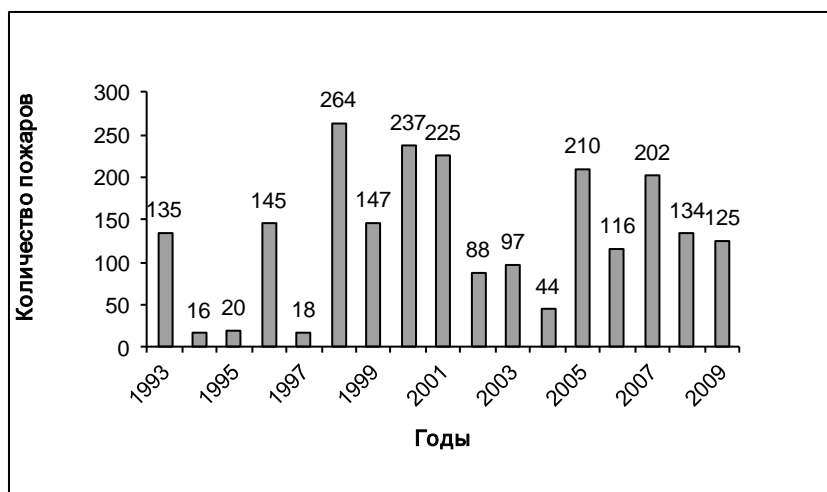


Рис.1.1. Количество пожаров с 1993 года по 2009 год

Для того чтобы рассмотреть задачу моделирования, обратимся к статистике лесных пожаров, которая в своем расширенном виде позволяет сформировать начальные условия для исследований.

Статистика количества реальных пожаров в АПК Крым приведена на рис 1.2

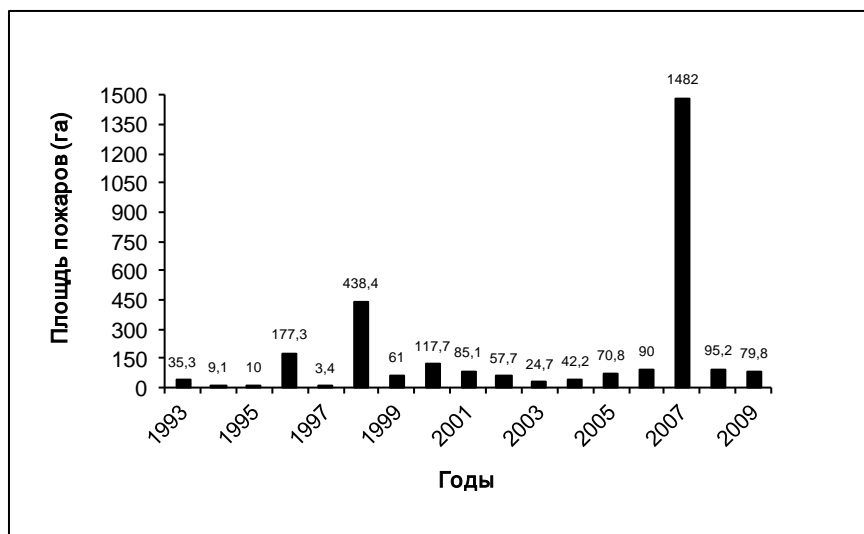


Рис.1.2. Площадь пожаров с 1993 года по 2009 год

2 Постановка задачи

Своевременная и достоверная информация о пожарной опасности в лесу является основой для определения оптимального плана тушения, а также для проведения противопожарных мероприятий. Поэтому общей статистики в данном случае не достаточно и обратимся к детальной статистике частных случаев возгорания для дальнейшего моделирования[4].

3 Статистические характеристики для расчетов

Частные случаи пожаров, взятые из базы данных Госкомстата Автономной Республики Крым, позволили учесть изменчивость, неоднозначность, комплексность и параметрические характеристики пожаров, факторов и условий их проявления (топографии рельефа, метеоусловия, характеристики лесных массивов и др.). От типа леса зависит состав, количество и распределение лесных горючих материалов, а также в значительной степени содержание влаги в этих материалах.

Одним из частных случаев стал лесной пожар 24 августа 2006 года вблизи города Ялта. Пожар охватил площадь 0.15 га. Источник пожара не был установлен, следовательно, можно сделать вывод о том, что пожар имеет естественную причину. В таблице 1.1 представлены начальные данные о пожаре.

Таб.1.1. Таблица начальных данных о пожаре

<i>Вид пожара</i>	<i>Растительность</i>	<i>Скорость распространения пожара м/сек</i>	<i>Интенсивность пожара</i>	<i>Скорость ветра м/сек</i>
Низовой	Лиственные породы, кусты	1,5	Средняя	2
<i>Температура воздуха, °С</i>	<i>Относительная влажность, %</i>	<i>Фотография пожара</i>	<i>Площадь пожара, га</i>	<i>Атмосферное давление, мм рт.ст</i>
29	35		0,15	760,6

В таблице 1.2 представлены теплофизические параметры лесного участка

Таб.1.2. Таблица растительности

Параметр	Единица измерения	Растительность				
		Клен	Бук	Куст	Трава	Камень / земля
Плотность	кг/м ³	670	680	600	550	2800
Удельная теплоемкость	КДж/ (кг*К)	2.5	2.6	2.4	2.2	1.04
Проводимость	w/(м*К)	0.35	0.4	0.25	0.21	0.18
Коэффициент излучения	$\varepsilon = 1$	0.9	0.9	0.9	0.98	0.85
Коэффициент поглощения	1/м	0.8	0.8	0.7	0.67	0.5
Теплота сгорания	КДж /кг	8	8	7	6	-

В таблице 1.3 даны выходные параметры, охарактеризованные сотрудниками МЧС после завершения пожара.

Таб.1.3. Таблица выходных параметров

Время горения, сек	Средняя площадь пала, м ²	Средняя скорость выделения тепла кВт/с	Температура горения, °С	Среднее количество выделенной энергии, кВт/ м ³
200	150-220	25-45	300-950	580

Вторым из частных случаев стал лесной пожар 25 августа 2007 года под Бахчисараем. Пожар распространился на площади 0.15 га. Источник пожара не был установлен, следовательно, можно сделать вывод о том, что пожар имеет естественную причину. В таблице 1.4 представлены начальные данные о пожаре.

Таб.1.4. Таблица начальных данных о пожаре

Вид пожара	Растительность	Скорость распространения пожара м/сек	Интенсивность пожара	Скорость ветра м/сек
Верховой	Хвойные деревья, сосны.	4-5	Средняя	7
Температура воздуха °С	Относительная влажность %	Фотография пожара		Площадь пожара га
38	26			0,15
				760,6

В таблице 1.5 представлены теплофизические параметры лесного участка

Таб.1.5. Таблица растительности

Параметр	Единица измерения	Растительность					
		Дуб	Сосна	Бук	Куст	Трава	Камень / земля
Плотность	кг/м ³	800	850	680	600	550	2800
Удельная теплоемкость	КДж/ (кг*К)	2.4	2.72	2.6	2.4	2.2	1.04
Проводимость	w/(м*К)	0.42	0.4	0.4	0.25	0.21	0.18
Коэффициент излучения	$\varepsilon = 1$	0.91	0.9	0.9	0.9	0.98	0.85
Коэффициент поглощения	1/м	0.86	0.8	0.8	0.7	0.67	0.5
Теплота сгорания	КДж /кг	9	9	8	7	6	-

В таблице 1.5 даны выходные параметры, охарактеризованные сотрудниками МЧС после завершения пожара.

Таб.1.5. Таблица выходных параметров

<i>Время горения сек</i>	<i>Площадь пала, м²</i>	<i>Средняя скорость выделения тепла кВт/с</i>	<i>Температура горения, °С</i>	<i>Количество выделенной энергии, кВт/м³</i>
180 - 200	140-150	15-45	300-680	460

Третьим частным случаем стал лесной пожар, который случился 31 июля 2008 года в лесу вблизи города Севастополь. Площадь пожара составила 0.15 га. Источником пожара стал случайный поджог, следовательно, можно сделать вывод о том, что пожар имеет антропогенную причину. В таблице 1.6 представлены начальные данные о пожаре.

Таб.1.6. Таблица начальных данных о пожаре

<i>Вид пожара</i>	<i>Растительность</i>	<i>Скорость распространения пожара м/сек</i>	<i>Интенсивность пожара</i>	<i>Скорость ветра м/сек</i>
Низовой	Лиственные деревья, кусты	1-1,5	Высокая	5
<i>Температура воздуха °С</i>	<i>Относительная влажность %</i>	<i>Фотография пожара</i>	<i>Площадь пожара га</i>	<i>Атмосферное давление мм рт.ст</i>
32	34		0,12	764

В таблице 1.7 представлены теплофизические параметры лесного участка

Таб.1.7. Таблица растительности

		<i>Растительность</i>				
<i>Параметр</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Дуб</i>	<i>Клен</i>	<i>Куст</i>	<i>Трава</i>	<i>Камень/ земля</i>
<i>Плотность</i>	кг/м ³	800	670	600	550	2750
<i>Удельная теплоемкость</i>	КДж/ (кг*К)	2.4	2.5	2.4	2.2	1.04
<i>Проводимость</i>	w/(м*К)	0.42	0.35	0.25	0.21	0.18
<i>Коэффициент излучения</i>	$\varepsilon = 1$	0.91	0.9	0.9	0.98	0.85
<i>Коэффициент поглощения</i>	1/м	0.86	0.8	0.7	0.67	0.5
<i>Теплота сгорания</i>	КДж /кг	9	8	7	6	-

В таблице 1.8 даны выходные параметры, охарактеризованные сотрудниками МЧС после завершения пожара.

Таб.1.8. Таблица выходных параметров

<i>Время горения, сек</i>	<i>Площадь пала, м²</i>	<i>Средняя скорость выделения тепла кВт/с</i>	<i>Температура горения, °С</i>	<i>Количество выделенной энергии, кВт/ м³</i>
120-200	150	16-26	300-760	550

4 Моделирование на кластерах и в Грид

По выше перечисленным случаям и входным параметрам были разработаны модели лесных пожаров. Эти модели были загружены на кластер и в грид[2], и был произведен их расчет[5]. Увеличение числа моделей производилось с помощью параметрического подбора диапазонов входных параметров. После этого был произведен запуск целого каскада из 1620 моделей. 120 моделей были запущены в ручную на обычном ПК[3], а 1500 моделей с использованием Грид – портала и вычислительного кластера.

В нескольких типовых моделях рис.1.3. было создано около 90 идентичных деревьев высотой 6 м, и шириной 3 м, во внутреннем масштабе. Форма деревьев была выполнена в виде разных геометрических объектов. Каждому объекту были назначены теплофизические свойства. Деревья были расположены случайным образом и распределены по всей ширине поля модели, которая составляет 150 м в длину и 150 м в ширину. Так же под деревьями учитывался слой травы высотой 0,4 м. Трава поджигалась и горела с подветренной стороны. Скорость ветра была равна 1-5 м/с, учитывая как ровную, так и возвышенную поверхность при нормальном атмосферном давлении и относительной влажности. Сетка модели имела разрешение 0,5 м во всех направлениях.

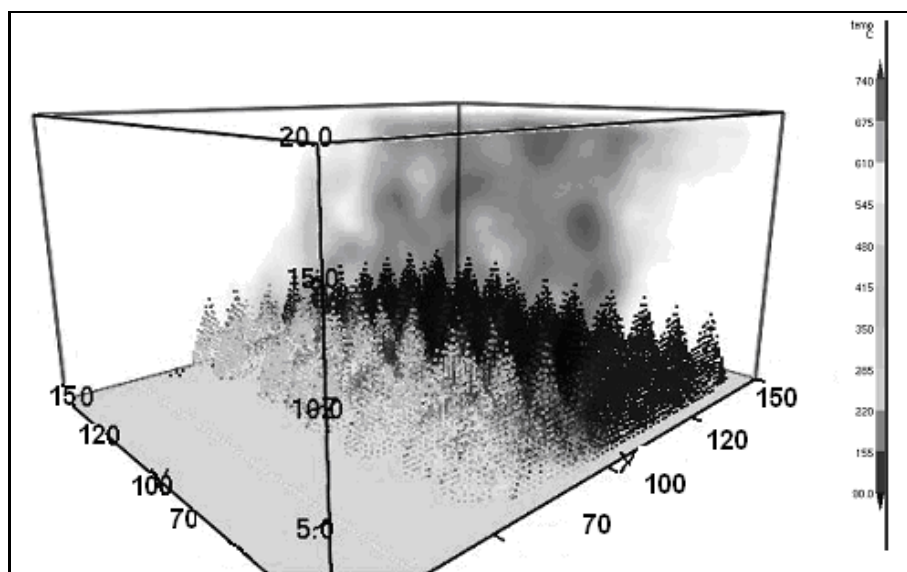


Рис.1.3. Типовая модель лесного пожара

Общая размерность сетки 150м x 150м x 20м. Во время эксперимента горевшие деревья имели разные цвета в зависимости от температуры распространения огня. В эпицентре пожара деревья имели светлый цвет. Там, где температура воздуха была ниже, преобладал более темный цвет.

Во время моделирования учитывался огонь и струи дыма рис.1.4.. Огонь распространялся стационарно с очагом 2 м в глубину и на расстоянии 150 метров со скоростью тепловыделения $\sim 680 \text{ кВт} / \text{м}^3$.

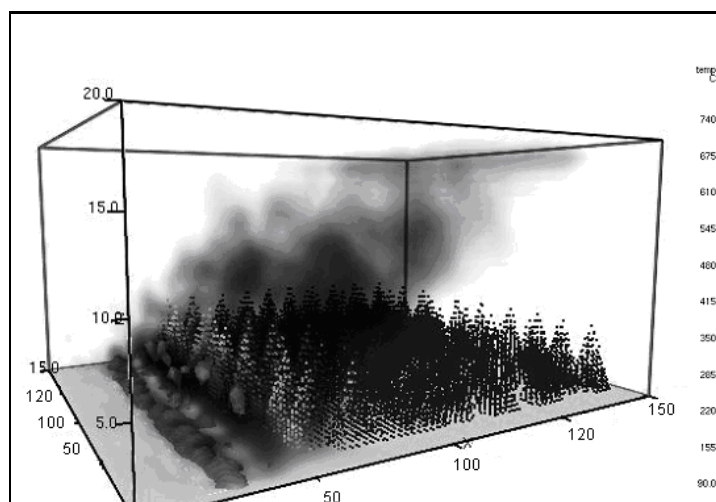


Рис.1.4. Выходные параметры после завершения пожара

Выходные данные, полученные в результате симуляции моделей лесных пожаров, приведенные на рис.1.5-1.7 были изъятые из CSV файлов и после обработки позволили определить множество динамических показателей, которые невозможно определить во время реального пожара или исхода из данных статистики. Так, например, график рис.1.6. соответствует сценарию лесного пожара вблизи города Ялта и показывает естественное повышение температуры горения, скорость выделения тепла и количество выделенной энергии при пожаре.

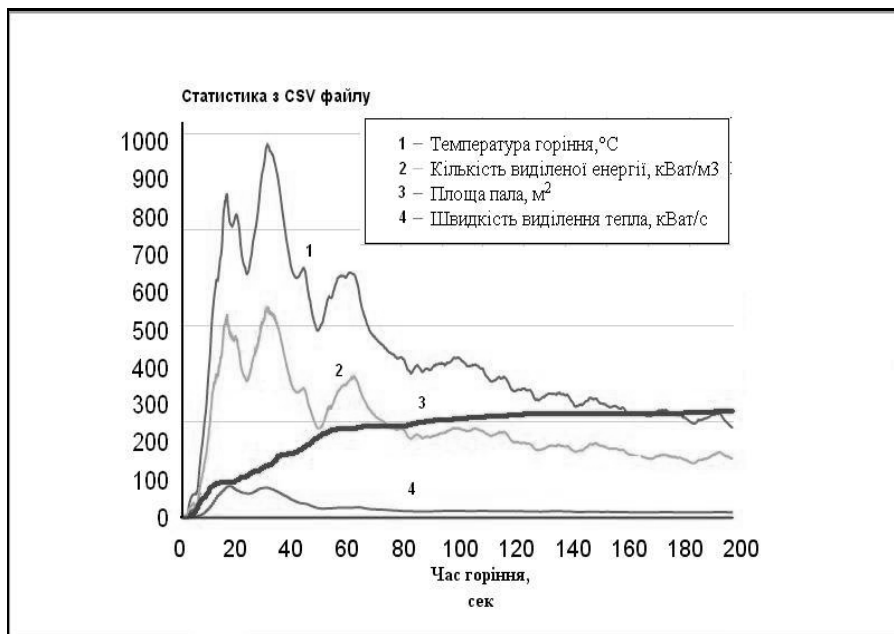


Рис.1.5. График показателей сценария лесного пожара в городе Ялта

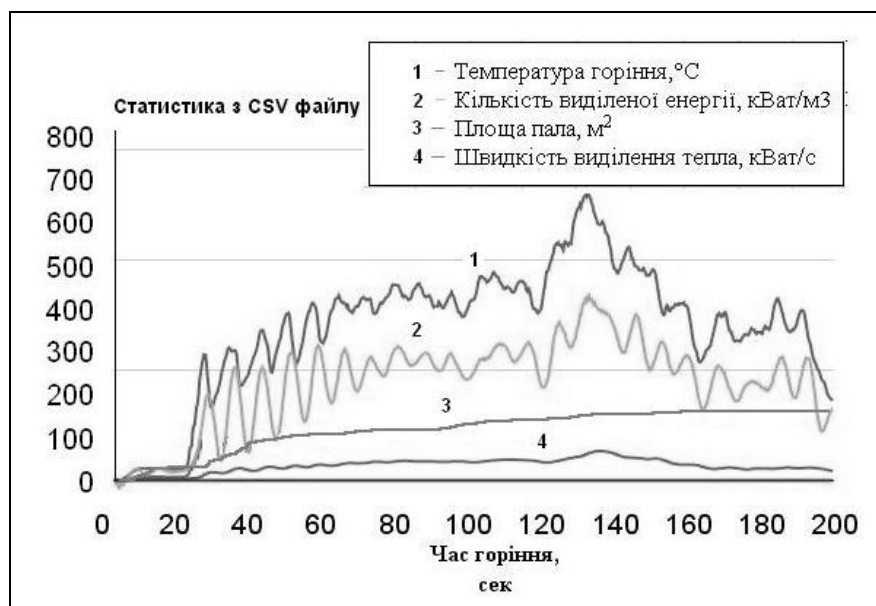


Рис.1.7. График показателей сценария лесного пожара под Бахчисараем

Пожар на рис.1.7.соответствует сценарию под Бахчисараем и дает понять, что при возгорании возникал переменный ветер и менялось давление. Пожар на Рис.1.8, который произошел в лесу вблизи города Севастополь, носит изначально антропогенный характер и разгорался медленно, но вскоре из за его тушения начинал быстро угасать и не получал максимальной степени распротранения.



Рис.1.7. Графік показателів сценарія лісного пожежа возле города Севастополя

5 Выводы

Характеристики результатов моделирования показали, что большинство параметров коррелируют со статистикой, что свидетельствует о правильности и достоверности моделей и устойчивости пожарного симулятора находящегося в распределенной информационной системе.

Литература

1. Статистические проблемы в экологии / К.Н. Бондаренко, В.Н. Устименко, В.В. Храмов // III Всеукраинская конференция молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов "Биосфера XXI века". Севастополь, 4-7 апреля 2011 г. – Севастополь: СевНТУ, 2011. – С.23
2. Бойко Ю.В., Зінов'єв М.Г., Свістунів С.Я., Судаків О.О. Український академічний Грід: створення і перші результати експлуатації // Математичні машини і системи. – 2008. – № 1. – С. 67 – 84.
3. Khramov V.V., Sudakov O.O. The first Crimean experimental computing grid-resource for research and simulation in the humanities // Ninth international young scientists conference on applied physics, June, 17-20, 2009, Kyiv, P. 105.
4. Кононов М. В., Судаків О. О., Храмов В. В., Скоропісов В. С. Особливості моделювання лісових пожеж на кластерах в Grid / Вісн. Київ. нац. ун-ту. Сер. Фіз.-мат. науки. – 2011. – Вип. 2. – С. 185-192.
5. Перший Кримський експериментальний обчислювальний Grid - ресурс: створення і перші результати випробувань і експлуатації / Храмов В.В., Судаків О.О., Кононов М.В. // Математичні машини і системи. - 2011. - № 1. - С. 103 - 111.