



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 35 за 2008 г.



Кудрявцев М.Ю., Лукин В.В.,  
[Малинецкий Г.Г.](#), [Митин Н.А.](#),  
Науменко С.А., [Подлазов А.В.](#),  
Румянцев А.А., [Торопыгина С.А.](#)

Управление рисками лесных  
пожаров на территории  
Российской Федерации

**Рекомендуемая форма библиографической ссылки:** Управление рисками лесных пожаров на территории Российской Федерации / М.Ю.Кудрявцев [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2008. № 35. 27 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2008-35>

**Ордена Ленина**  
**ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ**  
**имени М.В. Келдыша**  
**Российской Академии наук**

**М.Ю. Кудрявцев, В.В.Лукин, Г.Г.Малинецкий, Н.А.Митин, С.А.Науменко,  
А.В.Подлазов, А.А.Румянцев, С.А.Торопыгина**

**Управление рисками лесных пожаров на  
территории Российской Федерации**

**Москва – 2008**

**М.Ю. Кудрявцев, В.В.Лукин, Г.Г.Малинецкий, Н.А.Митин, С.А.Науменко, А.В.Подлазов, А.А.Румянцев, С.А.Торопыгина. Управление рисками лесных пожаров на территории Российской Федерации. Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2008, 27 страница.**

В настоящее время в Российской Федерации выполняется Федеральная целевая программа «Снижение рисков». Часть исследований в рамках этой программы возложена институты РАН. В ИПМ им. М.В. Келдыша РАН выполняется часть данной работы, связанная с созданием экспериментального стенда Комплексной системы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной, техногенной и социальной сферах. В частности, проводится системный анализ катастроф и бедствий различных типов. Настоящая работа посвящена актуальной для России проблеме лесных пожаров. В последние годы в России природные пожары составили значительную часть чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными процессами. В данной работе изучена статистика природных пожаров за 2005-07 гг. и осуществлен анализ системы тушения природных пожаров в России. В данной работе основное внимание уделено статистическим данным на федеральном и региональном уровнях, касающимся пожарной опасности, организации национальной системы тушения природных пожаров Канады, динамике отдельных пожаров

**M.Yu.Kudryavtsev, V.V.Lukin, G.G.Malinetskii, N.A.Mitin, S.A.Naumenko, A.V.Podlazov, A.A.Rumyantsev, S.A.Toropygina. Risk management of forest conflagration on Russian Federation territory. Preprint, Inst. Appl. Mathem., Russian Academy of Sciences, 2008, 27 Pages.**

At present in Russian Federation the Federal Special Program “Risk Reduction” is carried out. They entrust RAS institutes a part of investigations in frame of this program. At Keldysh Institute of Applied Mathematics RAS they carries out a part of the work concerned with creating the experiment stand of National scientific system to monitor perilous events, phenomena and processes in nature, man-caused and social spheres. In particular a system analysis of different types’ catastrophes and disasters is carried out. The present work is devoted to the actual for Russia problem of forest conflagrations. At last years in Russia forest conflagrations made up a great part of emergency situations caused by perilous processes in nature. In the work we studied a natural conflagration statistics for 2005-2007 and carried out an analysis of natural conflagration extinguishing system in Russia. In present work we focus a main attention to statistical data on forest conflagrations at federal and regional levels, to organization of national system of conflagration extinguishing in Canada, and to dynamics of separate conflagrations.

## ВВЕДЕНИЕ

Рассмотрим статистику лесных пожаров и работу по пожаротушению за несколько лет (в частности, за 2006 и 2007 годы), на нескольких уровнях (федерально и региональном), привлекая ряд независимых источников, суммирующих результаты мониторинга.

### 1. АНАЛИЗ ДАННЫХ О ПРИРОДНЫХ ПОЖАРАХ В 2006-2007 ГОДАХ

#### 1.1. Природные пожары в 2006 году

##### 1.1.1. Данные МЧС

В 2006 году суммарное количество зарегистрированных очагов пожаров превысило 16000, из них более 1200 достигли стадии крупных (рис. 1).

Суммарная площадь зарегистрированных пожаров составила более 3,6 млн.га, из них крупные – более 3,2 млн.га (рис. 2). Из графика ясно видно, что площадь крупных пожаров составляет подавляющую часть всей площади (около 90%). Из этого следует, что основной проблемой являются крупные пожары. Наиболее неблагоприятными были июль и август, когда суммарная площадь возгорания достигала 280 тыс.га.

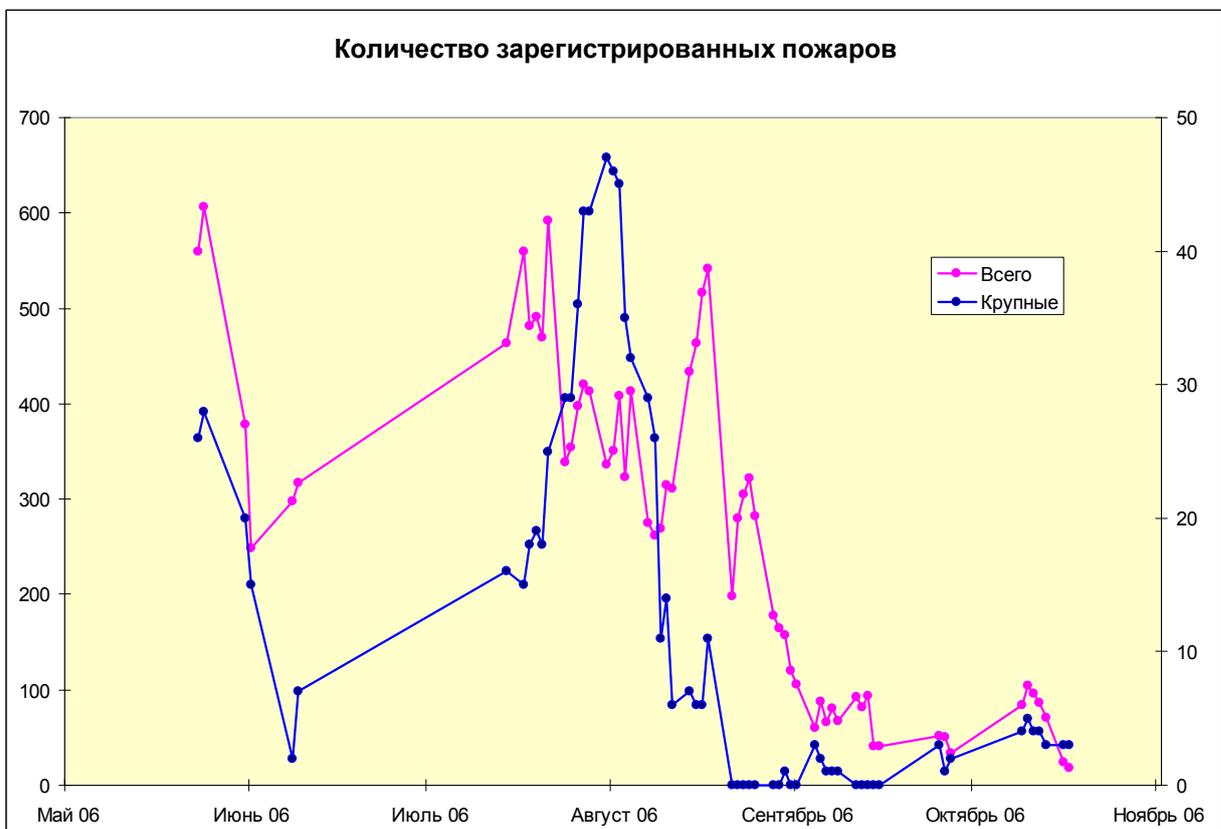


Рис. 1. Зависимость количества зарегистрированных пожаров от времени.

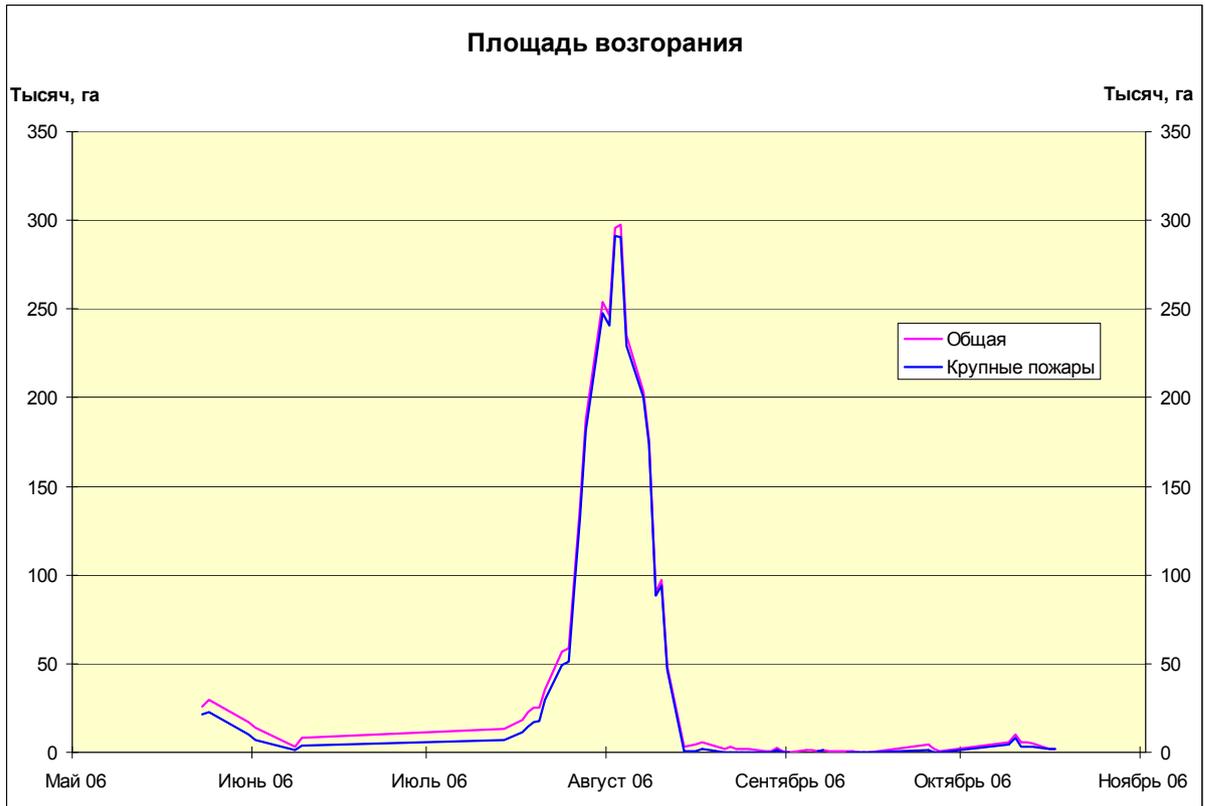


Рис. 2. Площадь возгорания.

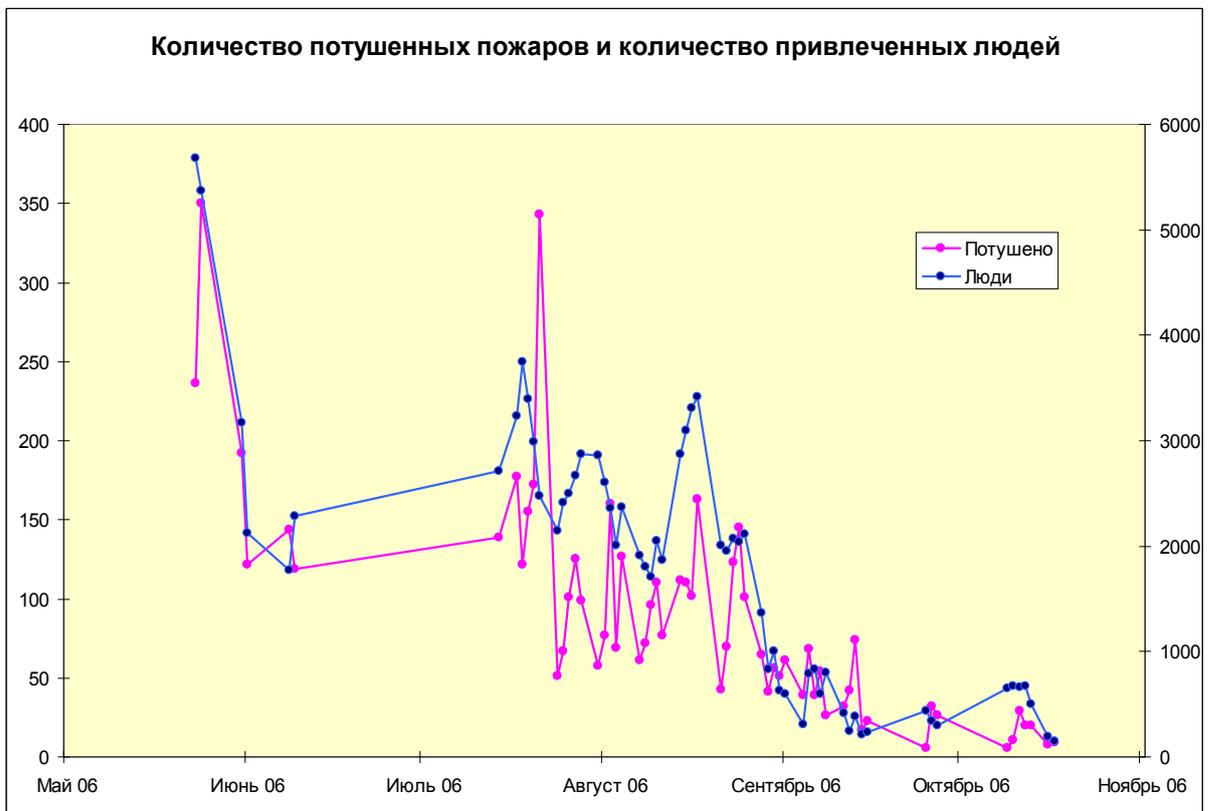


Рис. 3. Количество потушенных пожаров и количество привлеченных людей. График показывает эффективность применяемой тактики для тушения мелких очагов. Также он дает основания полагать, что дополнительное выделение людей в пересчете на один очаг повысит эффективность тушения, в том смысле, что отношение потушенных очагов к зарегистрированным увеличится.

В 2006 г. к тушению пожаров было привлечено более 239 тыс. человек и более 52 тыс. единиц техники.

В настоящее время люди привлекаются пропорционально количеству зарегистрированных очагов, а не их площади (см. рис. 3). Данная стратегия ориентирована на борьбу с мелкими очагами и является весьма действенной в этом плане. Но, к сожалению, она малоэффективна при борьбе с крупными очагами пожаров, которые являются главной проблемой.

Привлекаемая техника и люди находятся в прямо пропорциональной зависимости, чего, впрочем, и следовало ожидать, т. к. техника эффективна при соответствующем количестве, работающих на ней ликвидаторов.

В 2006 г. по данным МЧС было потушено около 5.5 тыс. очагов пожаров (рис. 3).

По данным МЧС к тушению природных пожаров в 2006 г. было привлечено более 9,4 тыс. сотрудников и около 1,9 тыс. единиц техники МЧС. Также в 9 случаях использовались воздушные суда МЧС.

### 1.1.2. Данные Рослесхоза

Таблица 1. Участки лесного фонда и не входящих в лесной фонд лесов, пройденные пожарами

Площадь, пройденная пожарами на лесных землях, га				Площадь, пройденная пожарами на нелесных землях
Всего	Низовыми	Верховыми	Подземными	
1 273 096,6	1 189 258,6	68 288,0	1 162,5	685 427,5

Таблица 2. Потери лесного хозяйства вследствие лесных пожаров и расходы по тушению лесных пожаров

Статья расходов	Сумма, тыс.руб.
Потери древесины на корню	15 838 207,6
Погибло молодняков	1 600 661,2
Сгорело и повреждено лесной продукции (снижение стоимости)	6 965,4
Стоимость сгоревших и поврежденных зданий, сооружений и другого имущества (снижение стоимости)	1 066,7
Потери от уничтожения или повреждения лесной подстилки, почвы, мха, сенокосных и пастбищных угодий	8 321 391,6
Расходы по тушению лесных пожаров	341 328,0
Дополнительные расходы лесного хозяйства, вызванные лесными пожарами	233 780,5

Видим, что эти данные существенно отличаются от информации, предоставленной МЧС. Соотношение суммарных потерь (26 002 073 тыс. рублей) к расходам на тушение лесных пожаров (341 328,0) в 2006 году составило 76:1.

### 1.1.3. Данные Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН

По данным Института леса, представленным на сайте Всемирного центра мониторинга природных пожаров [1], суммарная выгоревшая в 2006 г. площадь составила 19 159 786 га, что еще больше отличается от данных МЧС.

## 1.2. Природные пожары в 2007 году

### 1.2.1. Данные МЧС

За период с 9 апреля по 1 октября 2007 года на территории Российской Федерации возникло 14679 природных пожаров. Общая площадь пожаров составила 1 026 644,6 га (по данным МЧС на 1 октября).

Таблица 3. Средняя эффективность тушения пожаров по месяцам

Месяц	Средняя эффективность
Май	58,5%
Июнь	56,3%
Июль	40,7%
Август	40,3%
Сентябрь	36%

*Эффективность пожаротушения*, оцениваемая как среднее отношение зарегистрированных и потушенных за сутки пожаров, составила 0,494 или чуть менее 50%. Данные по месяцам представлены в табл. 3.

На приведенных далее графиках (рис. 4,5,6,7) отображены основные характеристики пожарной обстановки и задействования сил и средств.

Наиболее активными в плане образования новых пожаров стали май и август. При этом максимальная активность служб приходится на август, в это же время имело место объявление режима «чрезвычайной ситуации» в Читинской области (30 июля), а также создание авиационной группировки МЧС России для тушения торфяных пожаров во Владимирской и Рязанской областях – Ил-76 с ВАП-2<sup>1</sup> и 2 вертолета (22 августа). К концу периода – объявление режима «ЧС» в Республике Тыва (4 сентября).

Ситуация в Читинской области является наиболее сложной, режим «ЧС» был снят только к 22 августа. Крупные очаги возникали в области, начиная с апреля 2007 г. Постоянное действие минимум одного крупного очага на территории области указывает на недостаточную эффективность мониторинга ситуации и региональной инфраструктуры. Наиболее критическая ситуация по скорости возникновения и распространения крупных лесных пожаров возникла в апреле, когда в течение пяти дней площадь пожаров на территории области выросла в 9 раз (с 200 га до 1790 га).

Тяжелая ситуация сложилась в начале мая в Сибири и на Дальнем Востоке, где произошел резкий скачок числа крупных пожаров (Читинская область, Иркутская область, Хабаровский край, Республика Тыва), число которых доходило до 42 общей площадью 31 508 га. Скорость распространения пожаров в этот период достигала 19 тыс.га в сутки.

Максимальная площадь пожаров достигла 62 тыс.га (середина августа).

Наибольшие силы, задействованные в борьбе с огнем – 4197 человек (8 мая) и 959 единиц техники (7 мая). Стоит отметить, что наиболее напряженным стало именно начало мая при меньшей, чем, например, в августе, суммарной площади пожаров (39,2 тыс.га в мае против 60,5 тыс.га в августе). Это связано, прежде всего, с высокой интенсивностью нарастания количества пожаров. Из приведенных ниже графиков видно, что среднее количество вновь возникаю-

<sup>1</sup> Выливной авиационный прибор. Два бака ВАП-2 вмещают 42 тыс.л жидкости.

щих пожаров в день удалось стабилизировать в июне-августе на уровне 85 новых пожаров за сутки, в то время как в мае эта цифра достигла 113.

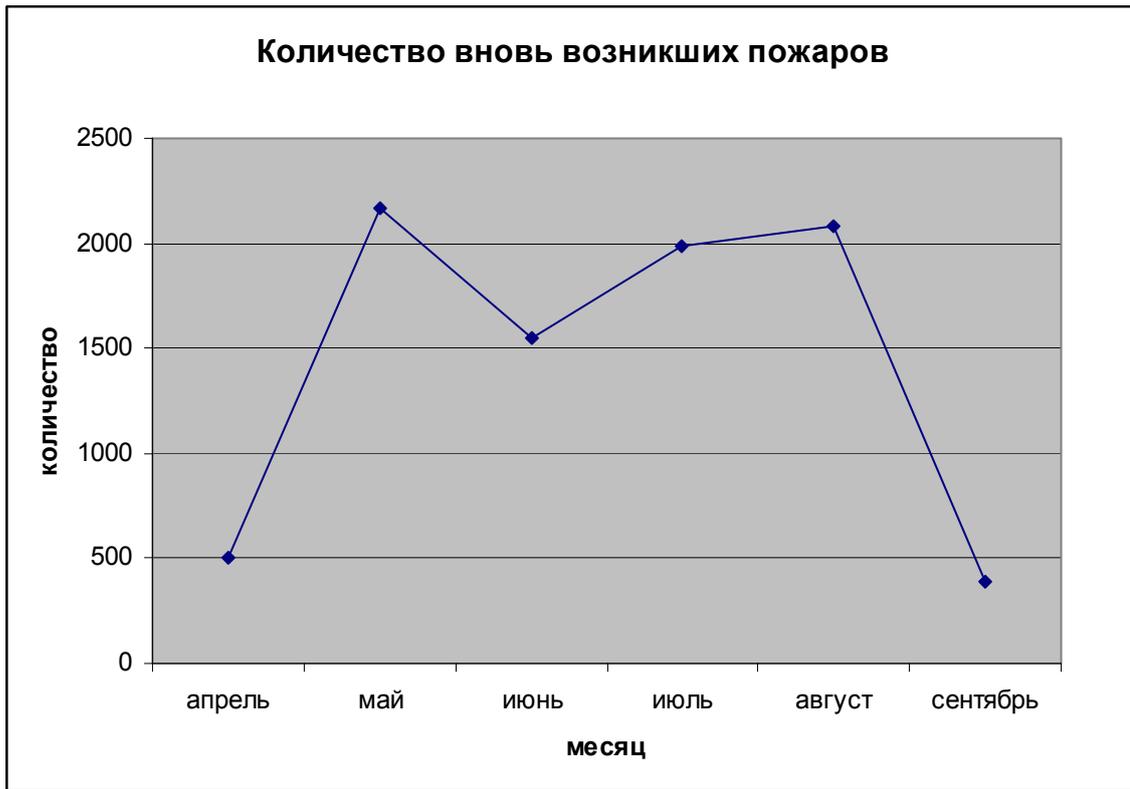


Рис. 4. Количество вновь возникших пожаров

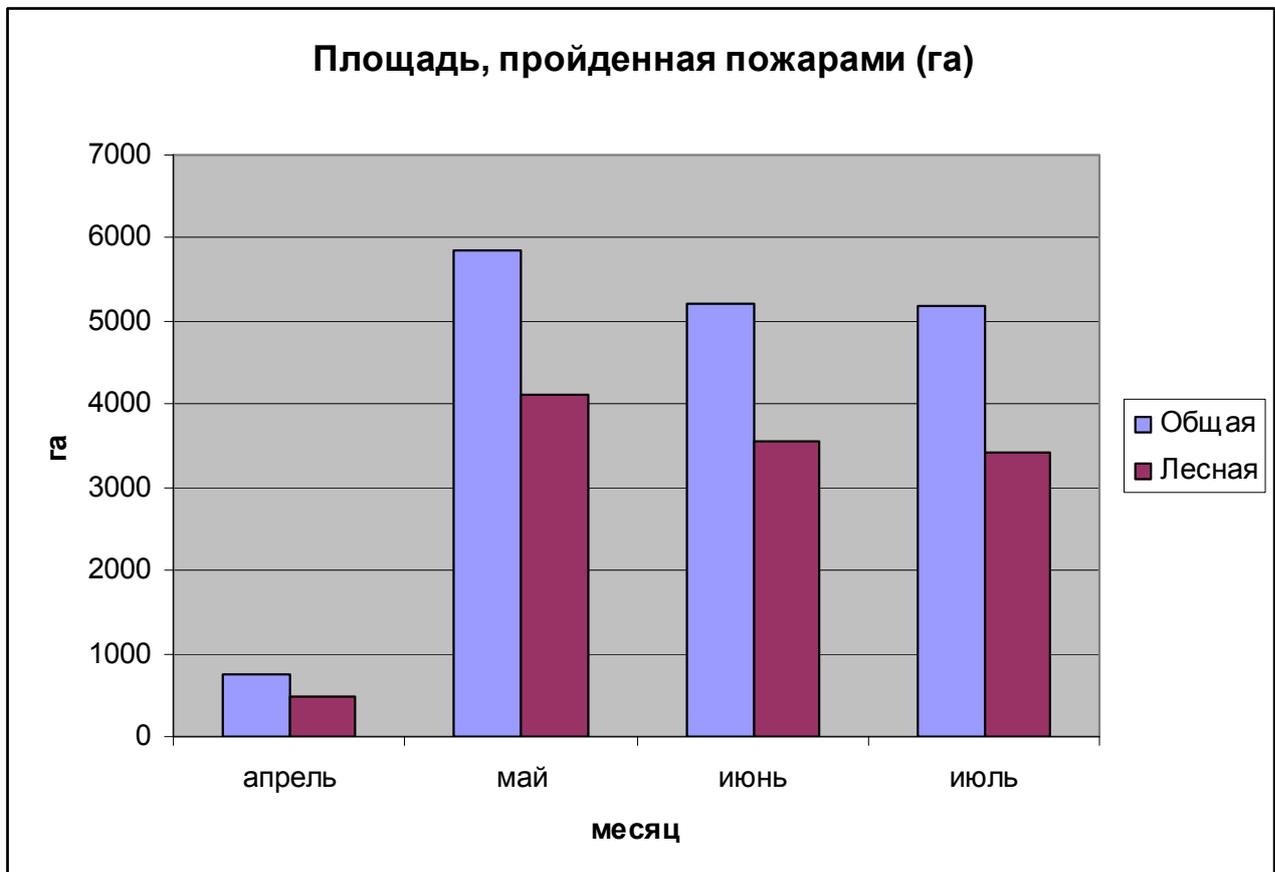


Рис. 5. Площадь, пройденная пожарами

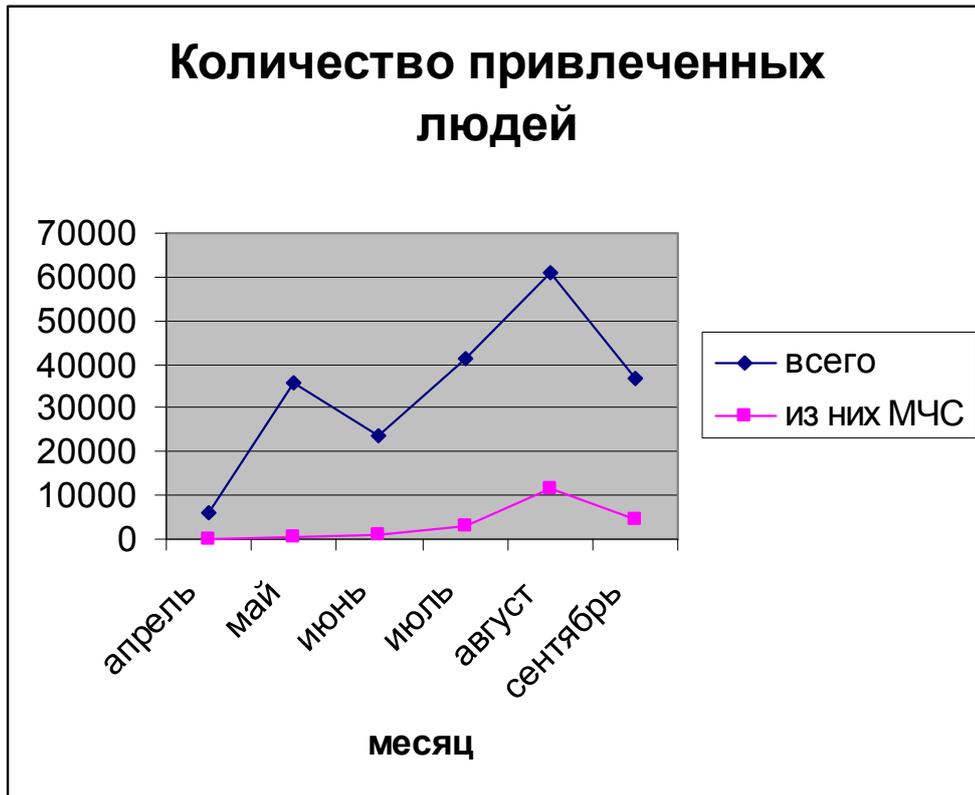


Рис. 6. Количество привлеченной техники



Рис. 7. Соотношение площади пожаров и задействованных сил

Таблица 4. Агрегированные данные за 9 апреля – 30 сентября 2007 г.

	Зарегистрировано	Потушено	Крупных	Площадь крупных
Всего	22699	9305	1057	1173452
апрель	730	407	18	6740
май	4682	2356	253	237648
июнь	2797	1575	92	160389
июль	5254	1812	159	267658
август	5871	2193	439	462397
сентябрь	3282	932	96	38621
Среднее	194	80	9	10293
апрель	81	45	3	1123
май	223	112	12	11317
июнь	147	83	5	8442
июль	239	82	7	12166
август	255	95	19	20104
сентябрь	164	47	5	1931

Таблица 5. Агрегированные данные за 9 апреля – 30 сентября 2007 г.

	Площадь пожаров, га	Пройденная за сутки	Из них лесная	Привлеклось людей	Из них МЧС
Всего	1881599	370426	253217	205531	20893
апрель	14225	8312	5338	6289	18
май	316045	123115	86574	35882	450
июнь	389874	98763	67371	23785	1016
июль	444593	114157	75141	41346	2888
август	597406	26080	18793	60759	11828
сентябрь	116491	—	—	36549	4682
Среднее	15298	4811	3289	1671	246
апрель	948	756	485	419	18
май	15050	5863	4123	1709	75
июнь	20520	5198	3546	1252	102
июль	20209	5189	3415	1879	131
август	25974	6520	4698	2642	514
сентябрь	5825	—	—	1827	234

Таблица 6. Агрегированные данные за 9 апреля – 30 сентября 2007 г.

	Средств	Техники МЧС	Воздушных судов	Судов МЧС
Всего	46348	5420	1332	56
апрель	1511	6	13	0
май	7904	110	121	0
июнь	5872	283	219	0
июль	8406	789	592	3
август	15291	3030	305	37
сентябрь	7174	1199	77	16
Среднее	377	64	12	1
апрель	101	6	2	0
май	376	18	6	0
июнь	309	28	12	0
июль	382	36	27	1
август	665	132	13	2
сентябрь	359	60	5	1

### 1.2.2. Результаты корреляционного анализа

Исследовались коэффициенты корреляции различных пар величин, включающих, с одной стороны, параметры, характеризующие пожарную обстановку

и интенсивность распространения и новообразования пожаров, а с другой – количественные показатели деятельности региональных и федеральных органов гражданской обороны и действий при чрезвычайных ситуациях (количество сил и средств, направленных на борьбу с огнем). Те и другие параметры можно рассматривать как по ежесуточным значениям, так и по агрегированным значениям (общее или среднее количество за месяц).

Параметры пожарной обстановки:

- Общая площадь.
- Увеличение общей площади горения за сутки.
- Общее число пожаров.
- Число крупных пожаров.
- Площадь крупных пожаров.

Параметры эффективности работы служб ГОЧС:

1. Количество привлеченных для тушения людей.
2. Количество привлеченной техники.
3. Использование воздушных судов для тушения пожаров.

Выявление зависимости между различными параметрами борьбы с природными пожарами может помочь оценить эффективность существующей организационной и территориальной структуры.

#### Эффективность задействования личного состава

Коэффициент корреляции пройденной за сутки площади пожаров и количества задействованных людей составил 0,672 при анализе ежедневных сводок и 0,796 при анализе агрегированной по месяцам информации. Положительные значения этого коэффициента говорят о том, что решения об увеличении численности задействованных в тушении людей принимаются по факту увеличения площади возгорания. Во многих случаях решение о начале тушения пожаров принимается, исходя из классификации пожаров при достижении определенных числовых значений параметров пожарной обстановки. При этом, очевидно, не делается прогноза о темпах и возможных объемах площади пожаров, либо подобные прогнозы не влияют на принятие решений.

Коэффициент корреляции скорости изменения площадей пожаров и количества задействованных в тушении людей за сутки составляет 0,118, т.е. подобная корреляция практически отсутствует. Стоит отметить, что принятие решения по скорости увеличения площади возгорания, может принести больший эффект в пожаротушении. Это потребует более эффективной работы по мониторингу действующих и фиксации новых очагов возгораний, а значит развития информационной инфраструктуры и систем оповещения. Таким образом, *может быть сформирована система управления на основе учета скоростных показателей развития процесса* (в математической формулировке – на основе включения в процесс принятия решения наряду с количественными характеристиками их производных по времени).

## Использование воздушных судов

Использование авиации при тушении природных пожаров является одновременно эффективным и дорогостоящим методом. Поэтому необходимо иметь четкие критерии оценки эффективности работы пожарной авиации, причем эти критерии должны, с одной стороны, показывать эффективность применения авиации для тушения конкретного пожара (оценка в прошлом), а с другой стороны, позволять выявлять ситуации, где применение авиации будет наиболее эффективно и необходимо (оценка в будущем).

В табл. 7 приведены коэффициенты корреляции числа используемых воздушных судов с параметрами пожарной обстановки (рассматривались ежесуточные значения).

Полученные данные показывают, что авиационные средства пожаротушения применяются в основном при необходимости тушения территориально распределенных пожаров, занимающих большую совокупную площадь. От количества крупных пожаров число используемых воздушных судов зависит слабо, что позволяет предположить смещение акцента использования авиатехники целиком на случаи удаленных и быстрораспространяющихся пожаров. Использование авиации при тушении крупных пожаров в таком случае может потребовать территориального перераспределения баз пожарной авиации.

## Использование сил и средств МЧС

Для оценки эффективности распределения функций и задач между региональными и федеральными органами ГОЧС проанализирована корреляция за действия сил и средств МЧС с основными характеристиками пожарной обстановки. Данные приведены в табл. 8.

Приведенные данные, скорее, говорят об отсутствии корреляции использования сил и средств МЧС с характеристиками пожарной обстановки. Это позволяет сделать следующие предположения:

- Возможно, неэффективное распределение зон ответственности между региональными и федеральными службами приводит к «необусловленности» случаев применения сил МЧС.

- Использование сил МЧС, скорее, зависит от процессов работы региональных служб, чем от конкретной пожарной обстановки.

- Так или иначе, необходим дополнительный анализ организационно-деятельностной структуры и работы МЧС и региональных структур, направ-

Таблица 7. Коэффициенты корреляции для числа воздушных судов и параметров пожарной обстановки

Параметры пожарной обстановки	Коэффициент корреляции
Общая площадь возгорания	0,40483862
Количество крупных пожаров	0,10345911
Площадь крупных пожаров	0,29500679
Общее количество пожаров	0,29118869

Таблица 8. Коэффициенты корреляции, характеризующие участие сил и средств МЧС

Параметры пожарной обстановки	Коэффициент корреляции
Общая площадь возгорания	-0,247
Количество крупных пожаров	-0,154
Площадь крупных пожаров	-0,208
Общее количество пожаров	-0,122

ленный на выявление внутренних конфликтов существующей организационной системы.

Количество сотрудников МЧС, задействованных при тушении пожаров, составляет в среднем 6,6% от общего числа привлеченных сил. Задействование техники МЧС составило соответственно 7,6%. Привлечение воздушных судов МЧС – 13,8%. Последняя цифра показывает, что МЧС используется в основном как «донор» дорогостоящей технической базы.

### 1.2.3. Выводы

Анализ ситуации с тушением природных пожаров в Российской Федерации в 2007 г. показывает, что существует ряд организационных и информационных проблем в отечественной системе, обеспечивающей тушение лесных пожаров.

К таким проблемам относятся:

- Отсутствие сколь-либо эффективных математических моделей, позволяющих прогнозировать развитие лесных пожаров в соответствии с метеорологическими и географическими условиями.
- Невозможность раннего мониторинга возникновения и развития лесных пожаров в силу больших размеров контролируемой территории.
- Труднодоступность основных пожароопасных районов в связи с плохо развитой транспортной инфраструктурой в регионах.
- Непрозрачность взаимодействия и взаимоорганизации работы местных органов гражданской обороны и служб МЧС.
- Часто неясная методика сбора и агрегирования статистических данных – площади пожаров, скорость распространения и т.д.

Возможные пути решения:

- *Создание и активное использование модели распространения лесного пожара поможет принимать более адекватные пожарной обстановке решения по раннему предупреждению развития крупных лесных пожаров, возможно, на начальной стадии.*
- *Ранний мониторинг и оценка динамики лесных пожаров, в т.ч. с использованием спутниковой техники высокого разрешения поможет выявлять потенциально опасные очаги возгорания на ранних стадиях.*
- *Усовершенствование территориальной структуры служб ГОЧС в соответствии с данными о расположении наиболее подверженных пожарам районов даст возможность более оперативного реагирования на поступающие данные о возникновении пожаров.*

Отдельно стоит остановиться на ситуации в Сибирском федеральном округе, а именно в Читинской области.

Сведения предыдущих лет показывают, что критическая ситуация с пожарами на территории Читинской области не нова и повторяется ежегодно. Она обуславливается, прежде всего, высокой летней температурой (0,1-0,5 дней в году с температурой на 20°С выше среднеиюльской; окрестность реки Шилка –

число дней в году с максимальной температурой выше 30°C более 10) [2], вероятностью засухи в летние месяцы и высокой грозовой опасностью (опасность гроз в регионе – 3 балла, 10-20 дней с грозой в год). Наряду со средним общим уровнем пожароопасности региона по экспертным оценкам (4 балла) [3], подобные данные создают необходимость в дополнительном исследовании области. Требуется детальный анализ ситуации на уровне региональных сводок для выявления конкретных причин возникновения подобных проблем. Необходимо дополнительно проанализировать:

- географические характеристики региона: климат, температурные режимы в течение года, транспортная доступность лесных массивов;
- систему мониторинга ситуации в регионе – возможно позднее обнаружение и классификация пожарной опасности не позволяет оперативно принимать необходимые меры;
- территориальную инфраструктуру служб ГОЧС на территории в соотношении с транспортной инфраструктурой и расположением наиболее пожароопасных районов;
- систему принятия решений о выработке и реализации мер по предотвращению распространения и профилактике пожаров.

### **1.3. Сравнительная характеристика показателей по Читинской и Владимирской областям**

Для анализа потенциальных возможностей улучшения работы системы лесного пожаротушения было проведено сравнение двух областей, для которых актуальна борьба с лесными пожарами, но которые существенно различаются по уровню вложений в лесное хозяйство и по уровню организации работ – Читинской и Владимирской.

Приведенные в табл. 9 данные позволяют сравнить работу региональных служб пожаротушения в одной из наиболее благополучных областей – Владимирской и наиболее неблагополучной областью – Читинской. Как видно, ситуация существенно различается.

Таблица 9. Основные показатели тушения природных пожаров в Читинской и во Владимирской областях в 2007 г.

Показатель	Читинская область	Владимирская область
Общая площадь земель лесного фонда, тысяч га	33022,4	1629,3
Количество пожаров	1904	169
Пройденная площадь (лесная), га	234744	259
Пройденная площадь (нелесная), га	39201	23
Средняя площадь пожара, га	123,23	1,5
Привлечено человек к тушению, суммарно за весь период («человеко-дней»)	15878	696
Привлечено наземной техники к тушению, суммарно («машино-дней»)	3725	209
Привлечено авиационной техники к тушению, суммарно («авиа-дней»)	123	14
В среднем человек на пожар	12,64	7,12
В среднем техники на пожар	2,76	2,22
Потушено пожаров в день обнаружения	0,79%	100%
Количество дополнительно привлеченных людей	47%	2 чел.

Как и в целом с Сибирским ФО, в Читинской области авиация используется в основном как средство транспортировки сил и средств в район пожаротушения. При этом необходимо отметить крайне низкую оснащенность региональных служб авиацией: среднее соотношение личного состава и используемых единиц авиатехники равно 112:1, в то время как во Владимирской области это соотношение равно 28:1.

Успешность тушения лесных пожаров во Владимирской области относительно Читинской области обусловлена в основном следующими факторами:

1. относительно развитая транспортная инфраструктура – доступность очагов возгорания для сил и средств ГОЧС;
2. высокая относительная техническая оснащенность сил ГОЧС (в первую очередь наземными средствами);
3. укомплектованность сил и средств ГОЧС на местах – не возникает необходимости привлекать дополнительные силы;
4. более простая метеорологическая обстановка в течение года;

Общими для обеих областей являются следующие недостатки:

1. система принятия решений о тушении пожаров основана, в первую очередь, на количественных показателях действующих пожаров (реализуется цепочка «сухая погода – пожары – реакция служб»);
2. ограниченность используемых ресурсов авиационной техники при тушении пожаров.

Характерными особенностями Читинской области являются:

1. высокая доля привлекаемых извне сил и средств;
2. использование авиатехники в основном для транспортных целей, а не в целях собственно пожаротушения;
3. направленность служб ГОЧС в первую очередь на локализацию, а не на ликвидацию пожаров.

В результате специфики регионов для служб лесного пожаротушения Читинской области главной задачей становится локализация пожаров, в то время как во Владимирской области целью является ликвидация возникших очагов возгорания. Разные постановки целей приводят к разным системам принятия решений и, соответственно, различным организационным структурам, для которых решение иных задач становится затруднительным. Например, для Читинской области увеличение технической базы, по-видимому, должно быть сопряжено с разработкой новых для области схем принятия решений о тушении пожаров.

## **2. ОБЗОР СТРУКТУРЫ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТУШЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ КАНАДЫ**

Сопоставим положение дел в России и в Канаде – стране, также имеющей большой лесной массив.

## 2.1. Общая характеристика и структура

Общая площадь лесов Канады составляет около 400 миллионов гектаров. Пожары в лесах составляют часть естественного экологического цикла. Как видно из рис. 8, в среднем с 1980 года ежегодно происходило 8600 пожаров на площади 2,5 млн.га. Площадь пожаров сильно колеблется год от года: от 300 тыс.га до 7,5 млн.га в особенно засушливые годы

CIFFC (The Canadian Interagency Forest Fire Centre) – Канадский межведомственный центр лесных пожаров был создан 2 июля 1982 для обеспечения оперативного управления входящих в него агентств (Member Agencies). Каждое агентство привязано к одной из провинций или территорий (административная единица в США, Канаде, Австралии) и, в свою очередь, состоит из нескольких подразделений, распределенных по территории провинции.

CIFFC является службой оперативного контроля пожаров, а также обеспечивает управление и информационную поддержку своих региональных центров. Кроме управления работой всех подразделений всех провинций и территорий CIFFC координирует выделение ресурсов для помощи США и другим странам.

CIFFC действует как **частная некоммерческая корпорация** с двумя уровнями управления, которые делят между собой следующие функции:

1. The Board of Corporate Trustees (совет попечителей) состоит из заместителей министров, отвечающих за лесное хозяйство и представляющих все провинции, территории и федеральное правительство. Эта группа определяет политику корпорации, задает направление развития и утверждает годовой бюджет для Центра пожаров (Fire Centre).

2. The Board of Directors (совет директоров) состоит из директоров, отвечающих за управление лесными пожарами в каждой провинции, территории, и

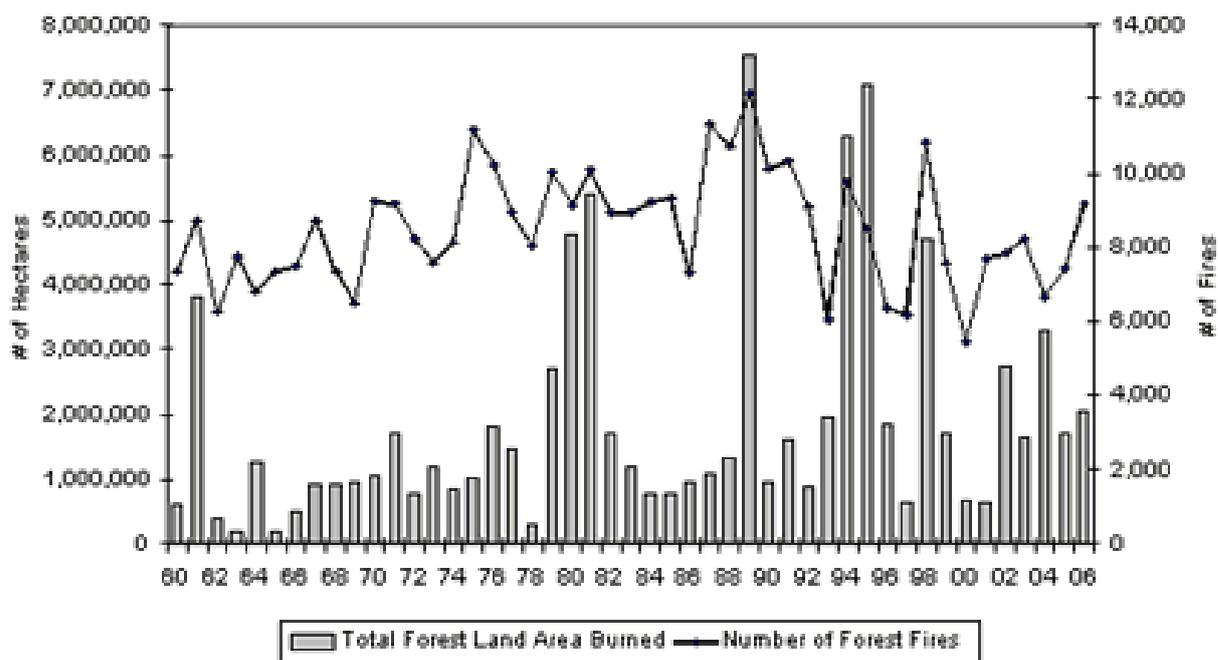


Рис. 8. Количество пожаров и выгоревшая площадь

представителей федерального правительства. Эта группа подготавливает бюджет, разрабатывает стратегию и контролирует действия и расходы Центра пожаров.

3. Fire Centre staff (штаб Центра пожаров) занимается реализацией программ, одобренных Советом директоров и Советом попечителей. Кроме этого, Центр пожаров координирует и направляет рабочие группы (working groups), собирающиеся для решения определенных задач.

Федеральное правительство оплачивает одну треть текущих расходов Центра. Остальные две трети поступают из средств провинций и территорий, в соответствии с площадью инвентаризированных продуктивных лесов. Например, Британская Колумбия, у которой большие лесные площади, вносит 17% из этих двух третей, а остров Принца Эдварда всего 0,1%.

CIFFC состоит из ряда рабочих групп (working groups), создающихся для решения определенных задач, связанных с управлением пожарами. Рабочие группы состоят из представителей агентств всех провинций и территорий.

**Национальная рабочая группа по обучению (National Training Working Group).** Это подразделение определяет, развивает и оценивает национальные стандарты подготовки для обмена личным составом и поддержки учебного плана по управлению пожарами в учебных институтах Канады.

**Комитет по пространственным данным для управления пожарами (Fire Management Geospatial Committee).** Данная группа была создана в начале 2006 для обеспечения взаимодействия экспертов по ГИС-технологиям.

**Рабочая группа по материальному обеспечению (Fire Equipment Working Group).** Цель группы – способствовать национальным и международным разработкам и исследованиям в области оборудования для тушения лесных пожаров и связанных с этим продуктов, а также согласовывать и распространять эти разработки.

**Рабочая группа по авиации (Aviation Working Group.)** Данная группа обеспечивает безопасное, эффективное и продуктивное использование авиационной техники вместе с национальными и международными агентствами по борьбе с пожарами и другими рабочими группами CIFFC.

**Рабочая группа по управлению ресурсами (Resource Management Working Group).** Цель – обеспечить равномерный поток и интеграцию всех ресурсов по управлению пожарами внутри страны и за ее пределами.

**Рабочая группа по метеорологическим данным (Forest Fire Meteorological Working Group).** Задача группы – консультации агентств CIFFC по метеорологии в области управления лесами и пожарами.

**Группа научных разработок и технологий (Fire Science & Technology Working Group).** Цель группы состоит в том, чтобы обеспечивать, координировать и поддерживать эффективные технологии, разработки и исследования в науке об лесных пожарах.

## ***2.2. Принципы работы и способы их реализации***

### **2.2.1. Принцип постоянной готовности**

В течение пожароопасного сезона CIFFC работает круглосуточно. Общий итог этих действий содержится в ежедневном отчете, который обеспечивает информацией и оценкой пожарной обстановки все агентства. CIFFC также отслеживает использование ресурсов всех агентств, в том числе воздушные суда, личный состав, оборудование и особые средства, такие как сети коммуникаций и инфракрасные сканеры.

Центр поддерживает ежедневные контакты с NIFC (центр по тушению пожаров в США) для оперативных действий в случае возникновения лесных пожаров в пограничной зоне.

### **2.2.2. Отлаженная система обмена ресурсами**

Обмен ресурсами между агентствами тушения пожаров в Канаде происходит на официальной основе в соответствии с договором о взаимной помощи и распределении ресурсов (MARS), который определяет три категории ресурсов: оборудование, личный состав и воздушные суда. Кроме этого национального кооперативного соглашения Дипломатическая нота, подписанная вместе с США, разрешает распределение ресурсов для подавления огня вдоль государственной границы. Оба эти соглашения определяют условия, по которым ресурсы могут быть официально распределены, как ресурсы могут быть доступны, какая стоимость их использования и какие условия их возвращения.

Договор о взаимной помощи и обмене ресурсами был создан в ответ на необходимость формализовать, стандартизировать и легализовать обмен ресурсами между региональными агентствами CIFFC. На момент подписания в 1983 году договор MARS являлся одним из первых успехов CIFFC, и до настоящего времени он остается основой обмена и распределения ресурсов в Канаде. Эффективность этого договора трудно переоценить.

Канадский Центр лесных пожаров играет ключевую роль в:

1. упрощении обмена ресурсами борьбы с лесными пожарами;
2. накоплении и распространении данных и информации;
3. в развитии национальных стандартов и спецификаций для одинаковых ресурсов борьбы с пожарами.

Центр пожаров финансируется Канадской лесной службой (CFS) Министерства природных ресурсов Канады (NRCan), а также департаментами, отвечающими за леса в десяти провинциях и двух территориях.

### **2.2.3. Подавление пожаров и имеющиеся ресурсы**

Хотя природные пожары являются частью естественных природных циклов, подавление огня становится необходимым в том случае, когда люди, собственность и лесные ресурсы находятся под угрозой. **Канадская система по-**

давления пожаров очень эффективна, и абсолютное большинство пожаров (97%) не достигает площади 200 га. Однако примерно 3% пожаров превышают по своим размерам 200 га и составляют от 95% до 98% общей сгоревшей площади.

Ежегодное подавление пожаров обходится Канаде приблизительно в 500 млн. долларов. Причем в отдельные, особо засушливые, годы это число доходило до 1 млрд. Канадское лесное управление пожарами имеет дело с серьезной задачей, связанной с ограниченными человеческими и финансовыми ресурсами, отдельными периодами экстремально пожароопасной погоды и достижением технических пределов своей структуры.

В Канаде ответственность за управление лесными пожарами лежит главным образом на провинциях и территориях. На протяжении большинства лет непосредственно в тушении пожаров вовлечено приблизительно 4000 человек. Кроме личного состава в ресурсы по управлению пожарами входят 100 авиатанкеров, 60 других самолетов и 75 вертолетов.

#### 2.2.4. Деятельность CIFFC

Каждый день в течение лета CIFFC составляет отчет по пожарной обстановке по всей стране. Этот отчет маркируется одним из 5 уровней пожарной безопасности. Уровни IV (для двух или больше регионов требуется мобилизация для первичной атаки и остановки пожаров) и V (отдельные регионы столкнулись с пожарами, которые могут потребовать мобилизации всех национальных ресурсов) регулярно достигаются в течение большинства пожароопасных сезонов.

Зимой CIFFC и штабы пожарных структур, в него входящие, сосредотачиваются на других обязанностях, касающихся развития единообразных стандартов/спецификаций и информации для управления пожарами. Главная деятельность заключается в обновлении договоренностей, содержащих стандарты/спецификации и ежегодные обязательства за передачу ресурсов.

За 10-летний период с 1997 по 2006 CIFFC обеспечил удовлетворение около 1400 запросов ресурсов и скоординировал перемещение 18360 людей, 6300 насосов и 520 воздушных танкеров. На рис. 9 показана динамика обмена ресурсами при участии CIFFC с 1982 до 2006 гг. Рисунок демонстрирует слабое сотрудничество по обмену до середины 90-х. Увеличение обмена личным составом с того времени связано в значительной степени с созданием Центра межведомственных стандартов/спецификаций и определением компенсаций за обмена.

Пожароопасный сезон 2003 г. иллюстрирует важность обмена ресурсами и ключевую роль CIFFC в этом. Для Британской Колумбии 2003 г. стал одним из самых тяжелых пожароопасных сезонов за все время существования: произошло 2450 пожаров (35% от общего числа), число пожаров было на 30% выше среднего, сгоревшая площадь была приблизительно в 14 раз больше 10-летнего среднего, 22 поселения находились под угрозой, 45 000 человек были эвакуированы, 344 домов и предприятий было уничтожено. Ущерб от пожаров

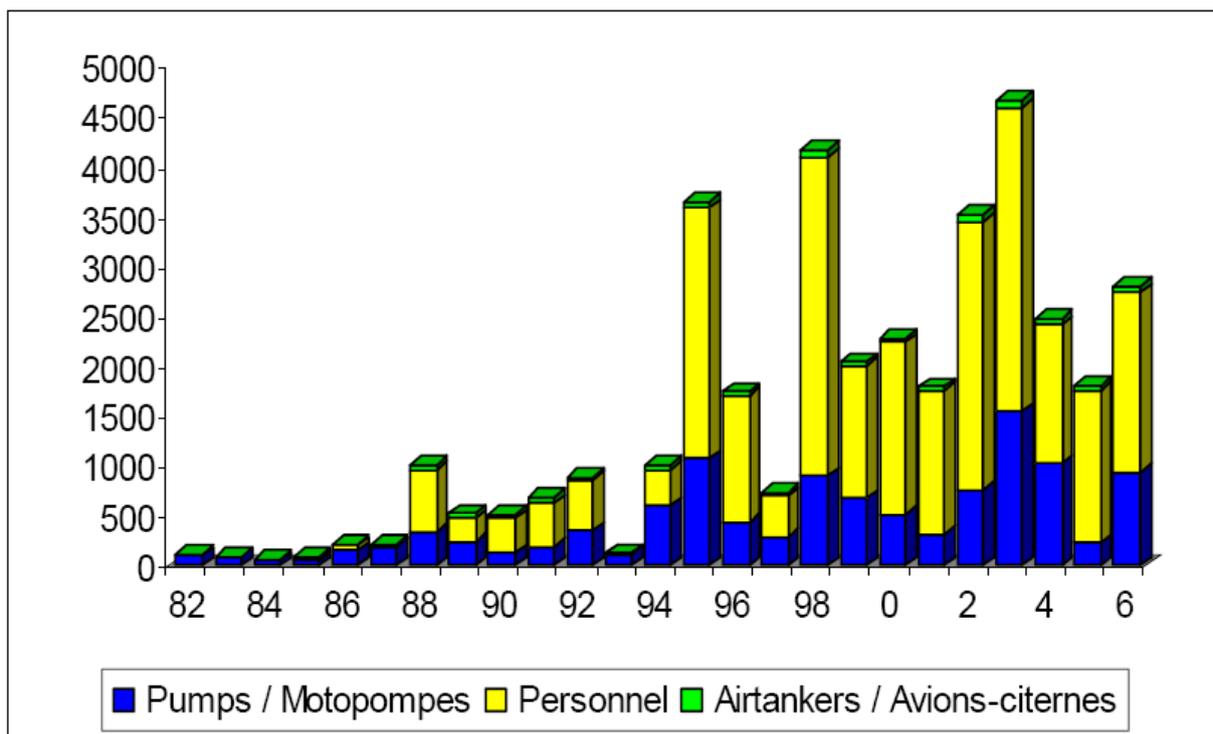


Рис. 9. Данные по обменам ресурсами за 1982-2006 (помпы/мотопомпы; личный состав; воздушные суда)

в Британской Колумбии превысил 700 млн. долларов. В одном месте одновременно потребовалось собрать 7700 пожарных, 36 авиатанкеров и 220 вертолетов.

В ответ на эту кризисную ситуацию CIFFC обеспечил информирование всех канадских пожарных агентств о тяжелом положении Британской Колумбии и скоординировал мобилизацию ресурсов. Все провинции и территории, а также некоторые федеральные агентства и США предоставили своих людей и технику. CIFFC обработало около 150 запросов о ресурсах от Британской Колумбии в течение кризиса. В среднем, CIFFC обрабатывает около 140 запросов в год, но в 2003 году их было 269. Всего CIFFC скоординировало помощь 16 воздушных судов, 2100 человек (35000 человеко-часов) и десять тысяч предметов техники для Британской Колумбии.

### 2.2.5. Пределы возможностей по подавлению пожаров.

В настоящий момент все заинтересованные стороны согласны с тем, что подавление лесных пожаров в Канаде достигает или почти достигло своего предела по экономической и физической эффективности. Существующие модели показывают, что введение дополнительных затрат не позволит снизить уровень количества пожаров, которые не удастся потушить в ходе первичной атаки ниже 3-4%.

В настоящее время в ходе первичных атак тушится 93% все пожаров, так что режим функционирования системы пожаротушения близок к оптимальному.

### 2.3. Статистика пожаров

Статистическим выражением катастрофичности служат степенные законы распределения с плотностью вероятности вида

$$u(x) \sim x^{-(1+\alpha)}. \quad (1)$$

Плотность таких распределений спадает с ростом аргумента недостаточно быстро, чтобы можно было пренебречь вероятностью очень больших событий. Показатель распределения  $\alpha$  определяет меру катастрофичности – чем он меньше, тем хуже. В случае  $\alpha < 1$  сумма ущербов от ряда событий совпадает по порядку величины с крупнейшим из них (что есть собственно катастрофы), а в случае  $\alpha > 1$ , основной вклад в сумму вносит вся масса событий (что обычно трактуется как аварии).

Форма записи (1) удобна для теоретических построений, однако ее использование при обработке данных предполагает наличие выборок гигантского объема, на практике недоступных. Поэтому вместо плотностной используется ранговая форма представления, не столь требовательная к объему выборки. Для этого выборочные значения ранжируются – нумеруются в порядке убывания. Крупнейшему значению присваивается номер  $r = r_0$ , а последующим –  $r = r_0 + 1$ ,  $r = r_0 + 2, \dots$ . Величина  $r_0$  является подгоночным параметром, при надлежащем выборе которого зависимость выборочного значения  $x$  от его номера  $r$  имеет вид

$$x(r) \sim r^{-1/\alpha} \quad (2)$$

для величин, плотность распределения которых имеет вид (1) на некотором отрезке, а вне его равна нулю.

На рис. 10 приведены ранговые зависимости для площади пожаров в Канаде [10] и США [11]. Графики построены в двойном логарифмическом мас-

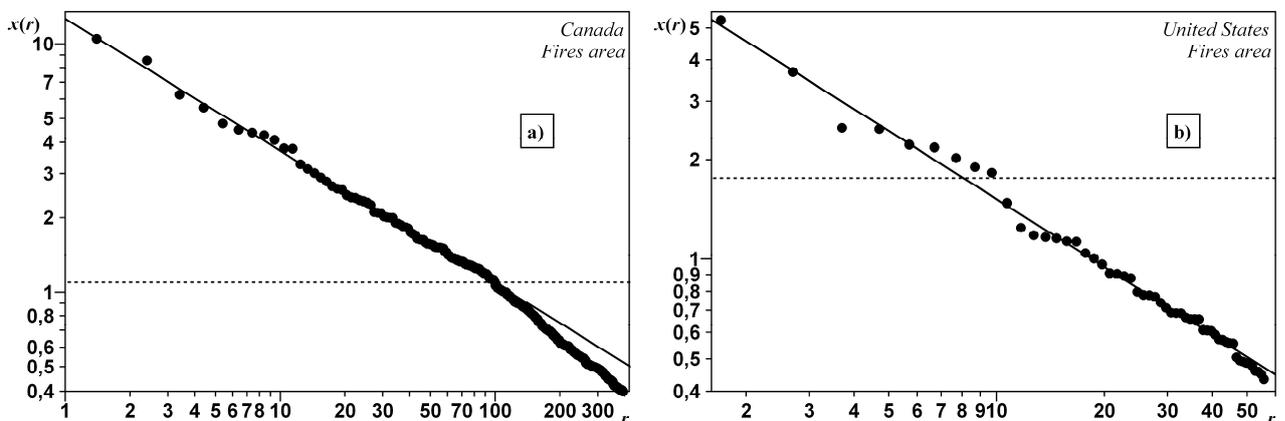


Рис. 10. Ранжировка лесных пожаров по площади, тыс.км<sup>2</sup>. Рис.а – Канада, 1950-95 гг., степенной зависимостью с  $r_0=1,4$  и  $\alpha = 1,87$  описываются  $n = 120$  крупнейших пожаров; рис.б – США, 1997-2006 гг.,  $r_0=1,7$ ,  $\alpha = 1,46$ ,  $n = 55$ . Пунктирная линия показывает типичную площадь крупного пожара, рассчитываемую как взвешенное среднее с весом, равным величине события (т.н. масштаб).

штабе, в котором степенная зависимость (2) имеет вид прямой линии. Отклонение от нее для больших  $r$  означает либо недоучет сравнительно небольших событий (что маловероятно), либо то, что часть из них не имеет возможности вырасти до больших. А полученные значения показателя  $\alpha > 1$  соответствует авариям, а не катастрофам.

### 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

На рис. 11-17 представлена зависимость суммарной площади, пройденной пожаром, от времени. В данной временной зависимости можно выделить несколько этапов (выделение данных этапов наиболее четко прослеживается на пожарах 75, 336, 338 и 430):

**Начальная стадия распространения пожара.** Пожар занимает небольшую, относительно конечной, площадь, скорость нарастания площади как правило, невысокая (в зависимости от пожара, менее 200 га). Пожар локализован на конкретной территории, периметр невелик, что и обуславливает слабую динамику пожара. На этом этапе пожар наиболее легко потушить, уменьшая, тем самым, общее время борьбы с огнем. С другой стороны, при наличии других крупных пожаров, выделяемые силы и средства явно недостаточны, что приводит к последующим увеличениям затрат на тушение.

**Резкое нарастание площади, катастрофический режим.** Скорость прохождения подстилающей территории резко возрастает за счет быстрого расширения периметра охваченной огнем территории. Зависимость суммарной пройденной площади от времени описывается степенной функцией второго и более высоких порядков (впрочем, в отдельных случаях эта зависимость линейна – пожар 331, отчасти 430), что приводит к увеличению площади в 6-10 раз за 1-3 суток. В этот период действия команд пожаротушения, с одной стороны, наименее эффективны, а с другой – наиболее востребованы и регламентированы (в целях защиты экономически важных объектов). Основные затраты сил и средств (и соответствующие решения об их привлечении) приходятся именно на этот период.

**Ослабление пожара, линейный рост пройденной площади со сравнительно небольшим углом наклона.** На этом этапе доля подстилающей поверхности, пригодной для горения, начинает уменьшаться. Соответственно, снижается скорость вовлечения новых территорий в пожар – пожар достигает наибольшего распространения и исчерпывает «ресурс» для продолжения процесса горения. На этом этапе деятельность по локализации пожара и борьбе с огнем становится более эффективной, количество необходимых сил и средств снижается. Стоит отметить, что наступление данного этапа часто вызывается увеличением числа осадков, хотя это и не является правилом (пожар 336).

**Стабилизация площади пожара, локализация и ликвидация.** Суммарная пройденная пожаром площадь перестает изменяться, что вызвано достижением пожаром предела доступной для горения подстилающей поверхности, а также действиями пожарных команд.

Таким образом, наиболее важным для борьбы с пожаром является первый этап (для сибирских пожаров – до 100-200 га). Именно в этот момент есть возможность избежать больших последующих издержек, связанных с выходом пожара на катастрофический режим.

При переходе ко второму этапу динамика распространения пожара практически не зависит от действий пожарных групп, и в условиях больших территорий пожар становится неуправляемым. Единственная возможность борьбы в данном случае связана с созданием ограждающих (негорючих) полос на достаточно большом расстоянии от фронта пожара.

На третьем этапе локализация и ликвидация пожара упрощается, но действия пожарных команд уже мало влияют на суммарный ущерб от пожара.

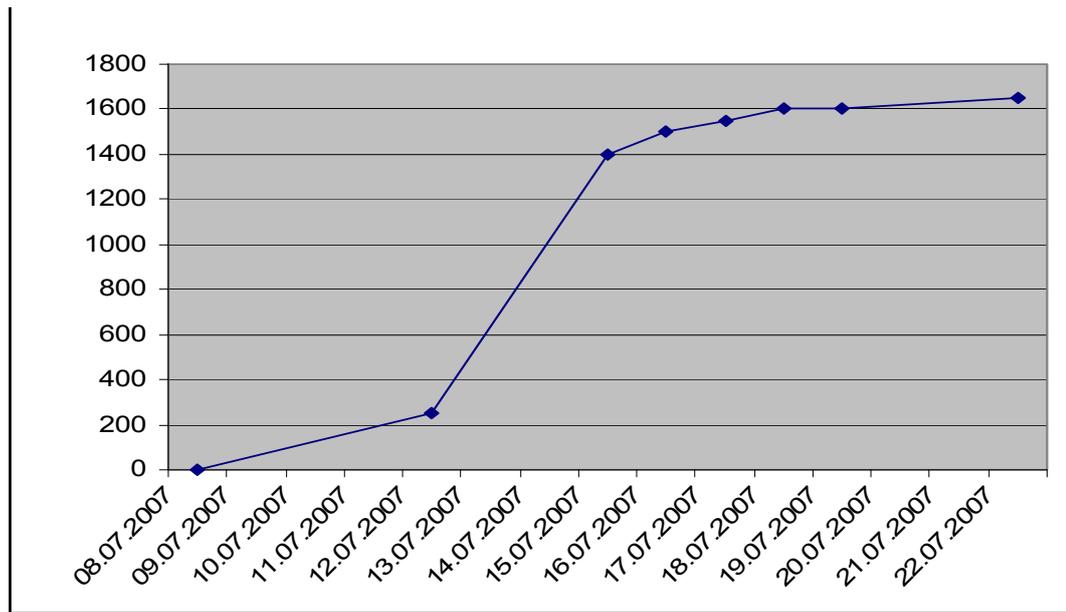


Рис. 11. Иркутская область, пожар №75

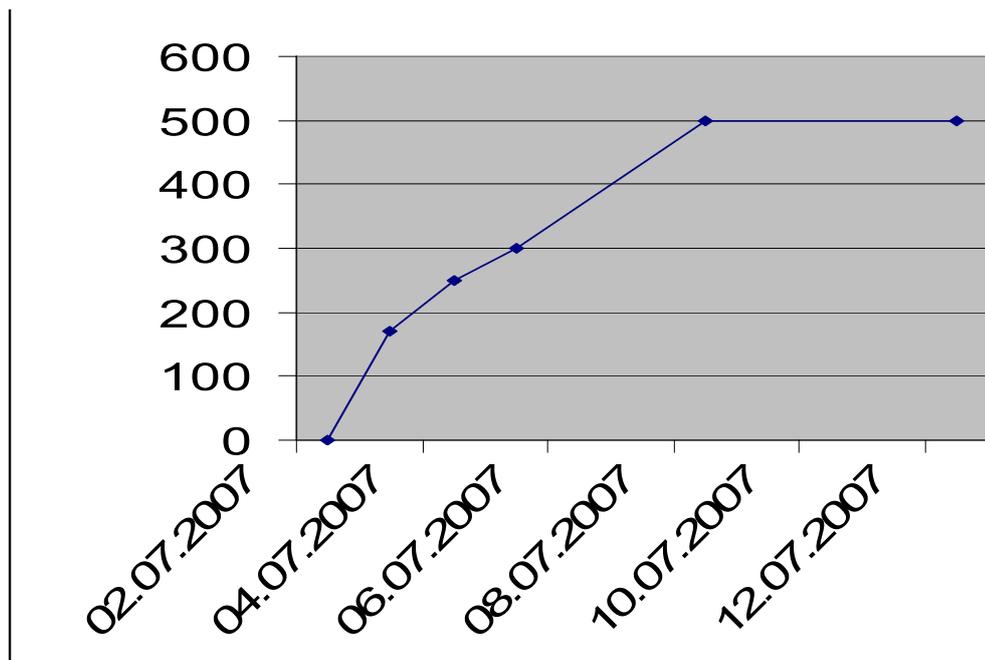


Рис. 12. Читинская область, пожар № 331

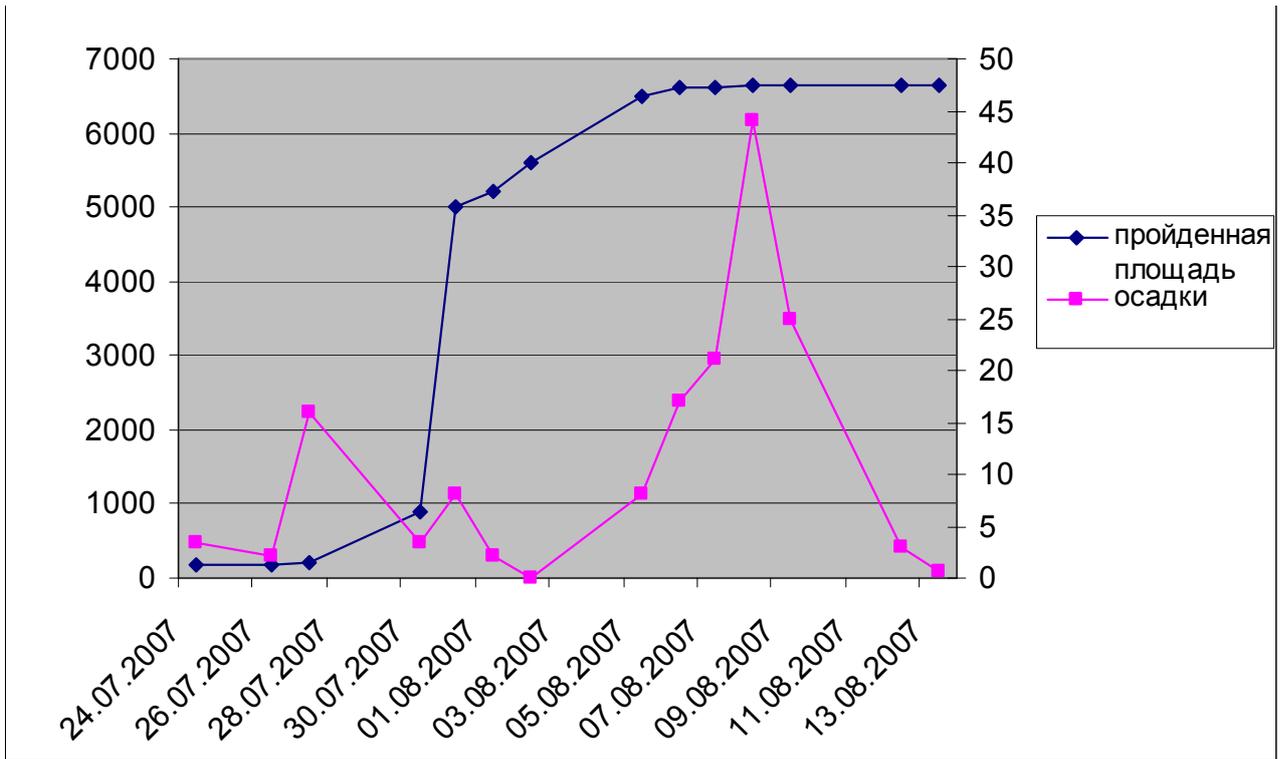


Рис. 13. Читинская область, пожар № 336

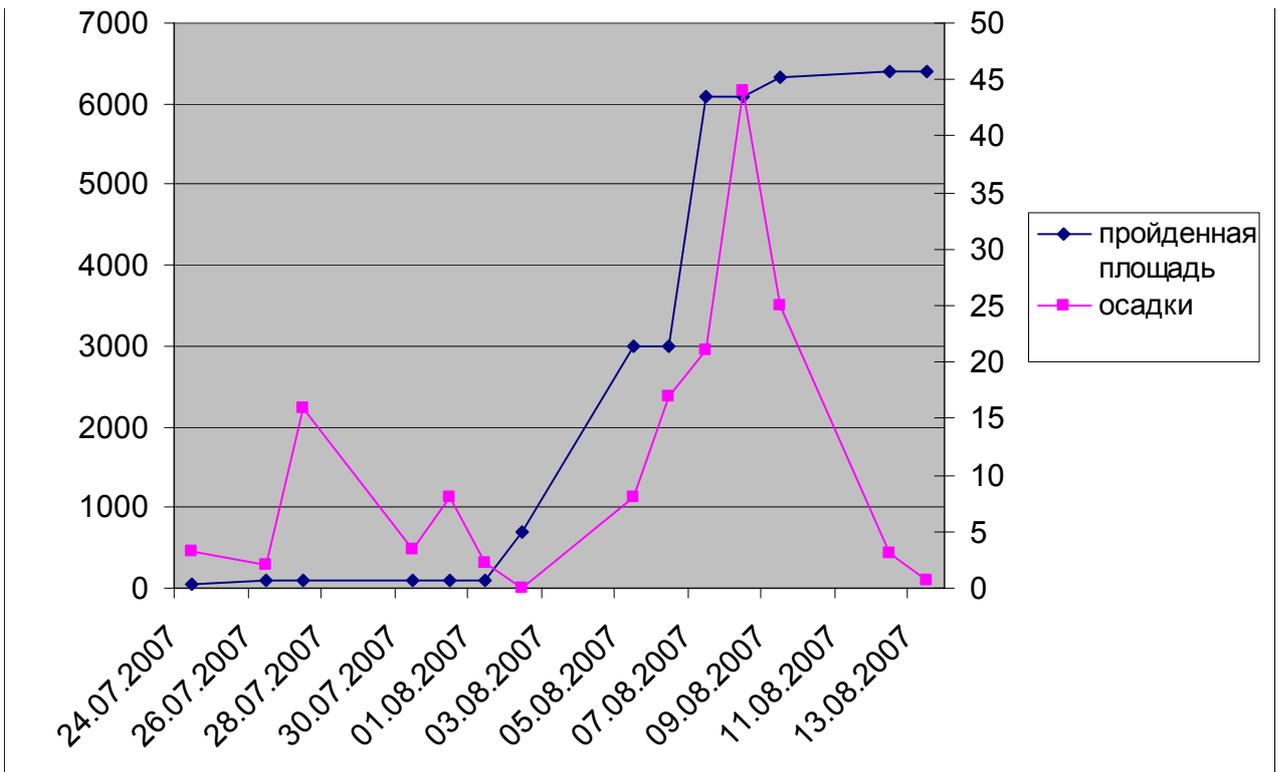


Рис. 14. Читинская область, пожар № 338

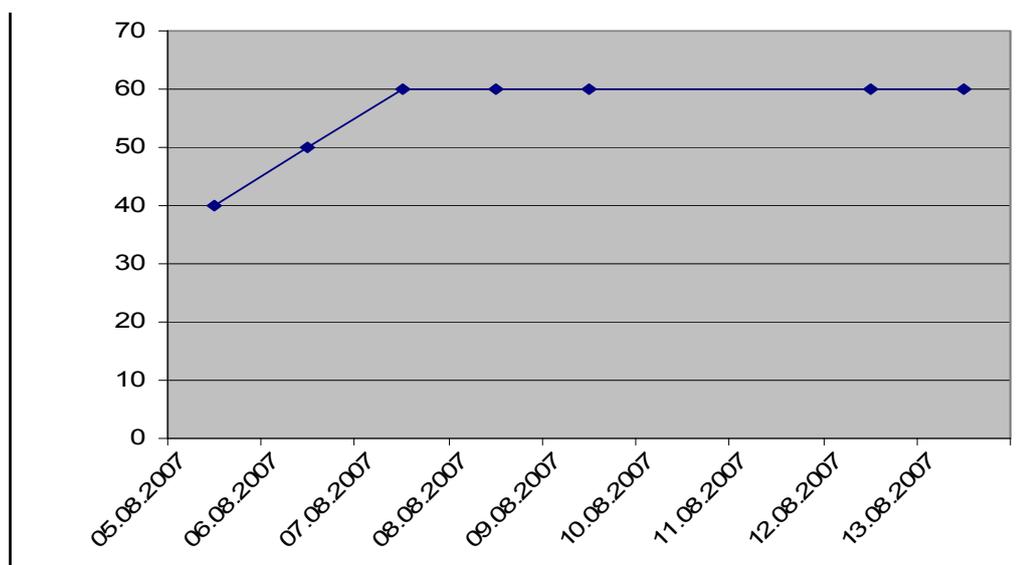


Рис. 15. Читинская область, пожар № 424

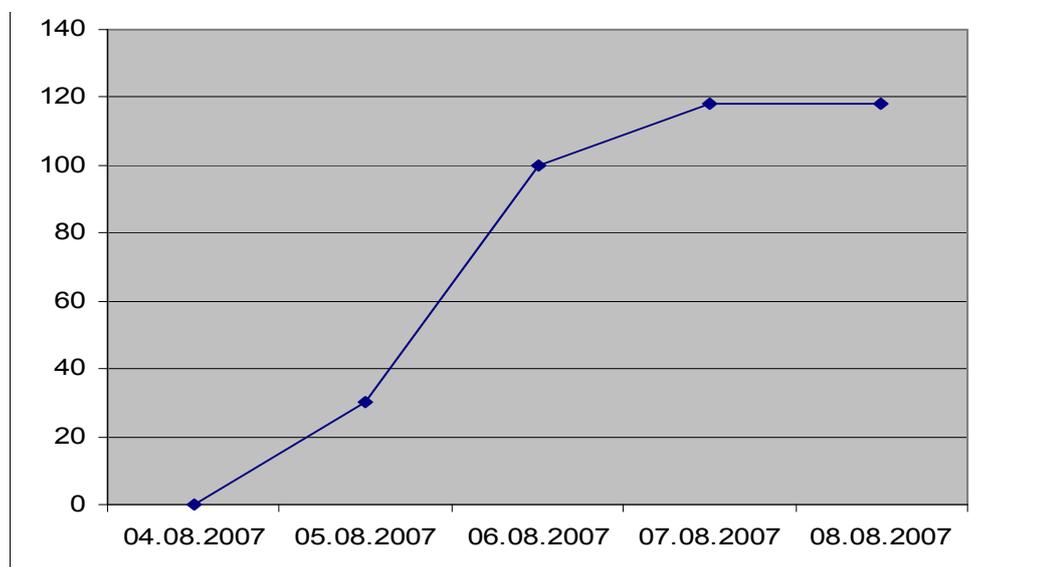


Рис. 16. Читинская область, пожар № 430

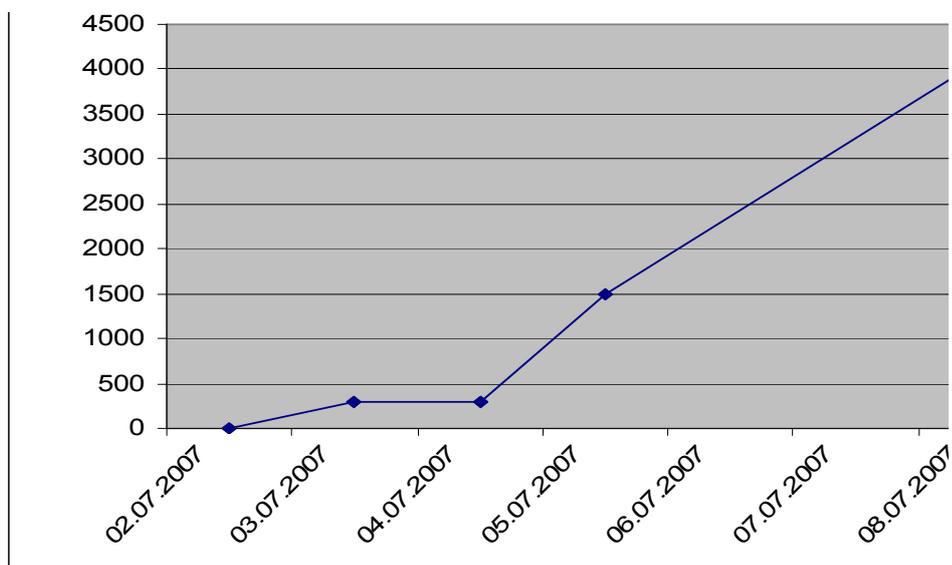


Рис. 17. Якутская область, пожар № 1

#### **4. МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

В России подразделение авиационного мониторинга лесных пожаров в составе лесного ведомства действует с 30-х годов XX века [4]. За прошедшее время накоплен огромный опыт мониторинга и тушения лесных пожаров. За 75 лет работы неоднократно поднимался вопрос о положительных и отрицательных сторонах авиационного мониторинга по сравнению с космическим. К 80-м годам XX века вопрос считался практически решенным в пользу авиационного мониторинга, решались лишь задачи повышения эффективности работы [5,6].

Специалисты лесного пожаротушения отмечают специфику природных пожаров, по сравнению с пожарами техногенными. Если последние представляют собой объектовые пожары, то природные пожары – это ландшафтовые пожары. Это различие носит фундаментальный характер и приводит к тому, что специалисты МЧС, которые обычно формировались либо в пожарной отрасли, либо в военной, зачастую неспособны эффективно бороться с природными пожарами, вызывая справедливые нарекания со стороны специалистов лесного ведомства [7]

Современный космомониторинг характеризуется минимальной площадью обнаружения пожара в 20-30 га, причем с задержкой не менее 4 часов по времени. Для оперативной работы по обнаружению возгораний эта информация не имеет большой ценности, поскольку на практике для эффективной борьбы с природными пожарами желательная площадь обнаружения – менее 1 га, а площадь пожара на момент начала тушения – не более 5 га. Информация, полученная по результатам спутниковой съемки, важна для мониторинга крупных пожаров и оценки их последствий.

#### **5. АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЛЕСНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Большинство населения России, руководствуясь сообщениями в средствах массовой информации, ошибочно полагает, что тушение лесных пожаров осуществляется силами МЧС РФ. Это мнение далеко от истины.

По данным самого МЧС, доля сотрудников МЧС, занятых на тушении лесных пожаров, в 2007 году составила лишь 6,6% от всех привлеченных сил. Опрос специалистов, проведенный на лесном форуме Гринпис России, показал, что 92% респондентов полагают, что «лесные пожары тушатся работниками лесного хозяйства, роль МЧС незначительна».

Штаты системы лесного пожаротушения в среднем по стране укомплектованы на 20-30%, износ техники составляет до 70-90%.

Правовое поле в области тушения лесных пожаров после введения в силу с 1.01.2007 нового Лесного кодекса с учетом ФЗ №199-ФЗ от 29.12.2004 выглядит следующим образом: ответственность за тушение полностью возложена на субъекты РФ. Государство выделяет средства на тушение через Рослесхоз – называемые субвенциями. Субъект сам вправе решать, какими силами воспользо-

ваться для тушения пожаров. Функция координации работ по тушению внутри субъектов и между ними как государственная задача отсутствует.

По ситуации на 2005 год в Канаде расходы на тушение пожаров составляли порядка 60-70 рублей на гектар лесной площади. У нас средний размер субвенций на 2005 год был порядка 50 копеек на гектар, то есть в 120-140 раз меньше [8].

## 6. МЕЖДУНАРОДНЫЕ СРАВНЕНИЯ

Таблица 10. Основные показатели работы авиалесоохранных служб России и стран СНГ по состоянию на 01.01.2006 [9]

Показатель	Россия	Казахстан	Беларусь	Украина
Охраняемая площадь, млн. га	671,9	5,4	8,05	3,43
Максимальная кратность авиапатрулирования в день	1	3	2	3
Обнаружение пожаров, %	45	65	61	59
Налет на 1 млн. га	50	1240	427	385
Затраты на охрану 1 га, руб.	2,4	28,5	11,0	4,0
Налет на млн.руб. затрат на охрану	20,8	43,5	38,8	96,3

Из табл. 10 видно, что в сравнении с сопредельными государствами, ситуация в России существенно хуже. Соотношение налета на гектар к затратам на его охрану в разы меньше, чем у них. Процент обнаруживаемых пожаров также меньше.

## 7. ВЫВОДЫ

Большинство экспертов разделяют мнение о негативном влиянии нового Лесного кодекса на ситуацию с лесными пожарами.

Даже весьма приблизительные расчеты показывают, что, при доведении эффективности системы лесного пожаротушения до уровня канадской, при чрезвычайно благоприятных природных особенностях лесных пожаров в России, площадь, пройденную пожарами, можно сократить с 15 млн. га в год до 0,5 млн. га в год, то есть уменьшить её на порядок.

В гипотетической сбалансированной ситуации, когда лесное хозяйство и системы авиационного мониторинга лесных пожаров функционируют в штатном режиме, выход лесных пожаров на уровень чрезвычайной ситуации весьма маловероятен.

Однако в имеющейся ситуации, после ввода в действие нового Лесного кодекса и фактической ликвидации лесничеств и ликвидации Авиалесоохраны как единой структуры, *любой достаточно засушливый год может стать катастрофическим*. Необходимо признать, что подразделения МЧС, по всей видимости, не готовы к тушению лесных пожаров в большом объеме, т.к. не обладают ни соответствующей техникой, ни средствами мониторинга, ни знаниями.

*По части оперативного реагирования на лесные пожары следует принять срочные меры по сохранению опыта и наработок «Авиалесоохраны», специалистов по ландшафтному пожаротушению.* Поскольку расформирование «Авиалесоохраны» как единого целого уже фактически совершилось, возможно, МЧС следует сформировать аналогичное подразделение.

Что касается блока научного мониторинга последствий лесных пожаров, анализа ситуации в целом, рекомендуется привлечь к работе специалистов Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН.

В процесс мониторинга и тушения лесных пожаров вовлечено несколько ведомств с различными полномочиями и степенью ответственности за результат. Если утрировать ситуацию, то получается, что МЧС обладает политическим весом и значительными материальными ресурсами, однако фактически не несёт ответственности за тушение лесных пожаров, а Рослесхоз обладает специалистами по лесным пожарам, но не имеет политического веса.

По косвенным данным, в настоящее время (осень 2007 года) МЧС работает над созданием собственной системы тушения лесных пожаров, руководствуясь при этом совершенно ложными исходными посылками: космический мониторинг + дорогостоящие технические средства авиационного пожаротушения (тяжелые самолеты-танкеры Бе-200, ИЛ-76). Можно с большой долей уверенности спрогнозировать, что создание такой системы обойдется бюджету в сумму, на несколько порядков превышающую сумму, необходимую для поддержания и развития существовавшей до 1 января 2007 года системы охраны лесов от пожаров, в основе которой лежал принцип: ранее обнаружение – небольшие затраты на тушение. Пройдет немало лет, прежде чем новая система МЧС будет введена в эксплуатацию, и её руководители на собственном опыте убедятся в справедливости высказываемых профессиональным сообществом лесных пожарных истин.

С 1972 года, который был катастрофическим по лесным пожарам (погибли сотни людей), в результате работы «Авиалесоохраны» не было ни одного настолько же катастрофического года. Погодные условия 2007 года, который открыл новую страницу в истории охраны лесов от пожаров, были достаточно благоприятными, чтобы катастрофа не произошла в этом году, что признается всеми непосредственными участниками событий лесопожарного сезона – 2007, хотя ситуация в республике Тыва и Читинской области в августе вышла из-под контроля. В ближайшие годы, в случае неблагоприятной с точки зрения лесопожарной обстановки погоды, нельзя отменить вероятность повторения катастрофы 1972 года.

По всей видимости, сведения о существовании, возможностях и профессионализме «Авиалесоохраны» как целостной системы не доведены до лиц, принимающих решения. К сожалению, по-видимому, руководство МЧС только поддерживает эту неосведомленность, руководствуясь ведомственными интересами.

Для изменения негативных тенденций в области лесного пожаротушения в России, могущих при неблагоприятных условиях привести к масштабной катастрофе, необходимо:

1. *сделать значительные вложения в обновление материальной базы службы лесных пожаров;*

2. *приложить значительные усилия по координации работы лесных пожарных служб, которые оказались разделены по регионам, вплоть до создания единого диспетчерского подразделения на базе «Авиалесоохраны» или на базе МЧС РФ с привлечением специалистов «Авиалесоохраны», которое будет исполнять функции единого информационного центра;*

3. *разработать нормативную базу, которая позволит подразделениям лесной пожарной службы, подчиненным различным региональным органам исполнительной власти, легко перебрасывать силы и средства между регионами, руководствуясь сведениями единого информационного центра;*

4. *в качестве средства независимого аудита всей системы можно использовать наработки Института леса им. В.Н. Сукачёва и «Авиалесоохраны» совместно с Центром по экологии и продуктивности лесов РАН, которые позволяют определять количество крупных пожаров (мера эффективности работы системы), а также площади поврежденных лесных и нелесных земель.*

#### Литература

1. <http://www.fire.uni-freiburg.de/>
2. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации/ Под общей редакцией С.К. Шойгу. – М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2006.
3. Горбачев В.В., Подрезов Ю.В. Карта «Опасность лесных пожаров». <http://krizis-rus.ru/knowledgebase/riskatlas/fire1>
4. [http://www.pushkino.aviales.ru/start/aviales/index\\_aviales.html](http://www.pushkino.aviales.ru/start/aviales/index_aviales.html)
5. Шамшин В. Летать или тушить? Применение авиации на тушении лесных пожаров. Стоит ли овчинка выделки?// Лесной бюллетень. Май 2004 года, №24.
6. Кориунов Н.А., Матвеев П.М. Применение авиации на тушении лесных пожаров. Овчинка стоит выделки?// Лесной бюллетень. март 2006 года, №27.
7. Лесные пожары. Раздел форума Грипис России. <http://forestforum.ru/phorum/viewforum.php?f=24>
8. <http://www.forestforum.ru/>
9. Что происходит в субъектах после уничтожения авиалесоохраны <http://www.forest.ru/forum/viewtopic.php?t=3268&postdays=0&postorder=asc&start=15>
10. Canadian large fire database// Forest fire in Canada. [http://fire.cfs.nrcan.gc.ca/research/climate\\_change/lfdb\\_e.htm](http://fire.cfs.nrcan.gc.ca/research/climate_change/lfdb_e.htm)
11. 1997-2006 large fires// National interagency fire center. [http://www.nifc.gov/fire\\_info/lg\\_fires.htm](http://www.nifc.gov/fire_info/lg_fires.htm)