

На правах рукописи

ГАРМЫШЕВ ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ



**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПОЖАРОВ
В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ (НА ПРИМЕРЕ
г. ИРКУТСКА) И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иркутск – 2003

Работа выполнена в Иркутском государственном техническом университете

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Тимофеева Светлана Семеновна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Чупин Виктор Романович
кандидат технических наук
Малевский Анатолий Леонидович

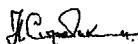
Ведущая организация: Главное управление природных ресурсов
и охраны окружающей среды МПР
по Иркутской области

Защита состоится 25 июня 2003 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д. 212.073.04 Иркутского государственного технического университета по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83, конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Иркутского государственного технического университета

Автореферат разослан 21 мая 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук,
профессор



Н.Н. Страбыкин

2003-A
11509

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Развитие общества на современном этапе все в большей мере сталкивается с проблемами обеспечения безопасности и защиты человека и окружающей среды. Устойчивое развитие и безопасность – две взаимосвязанные концепции, имеющие важное значение при выборе целей и путей перехода к коэволюции природы и общества.

До недавнего времени в России в основу концепции безопасности был положен принцип "нулевого риска", но практика показала, что такая концепция неадекватна законам техносферы, и всегда существует вероятность аварий и катастроф.

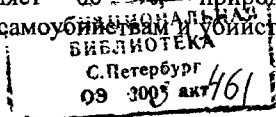
В Федеральном законе от 10.01.2002 г. "Об охране окружающей среды" заложены новые принципы охраны окружающей среды, такие как, презумпция экологической опасности хозяйственной деятельности, приоритет сохранения естественных экосистем, природных комплексов и ландшафтов, обязательность использования наилучших возможных технологий, имеющих природоохранный эффект.

В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция роста числа техногенных аварий, сопровождаемых взрывами и пожарами, при этом наносится ощутимый экологический и социально-экономический ущерб. Пожары подпитывают почву, воду и особенно атмосферный воздух токсичными веществами, которые, безусловно, влияют на здоровье и продолжительность жизни людей, флору и фауну. Познание экологического риска пожаров в отдельных регионах, особенно в Байкальском регионе, является крайне актуальным.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ. Мировая статистика показывает, что ежегодно на Земле происходит более 6 млн. пожаров, то есть каждые 5-6 секунд 1-2 пожара. Если принять продолжительность пожара 1 час, то непрерывно и одновременно на нашей планете бушует 500-600 пожаров. Ежегодно на пожарах гибнет в среднем 50 тыс. человек, травмируется свыше 6 млн. человек.

В России в 2001 г. ежедневно происходило 675 пожаров, на которых в среднем погибало 50 человек, получали травмы 39 человек, огнем уничтожались 173 строения, 16 единиц техники и 14 голов скота. Ежедневные материальные потери составляли 124 млн. руб.

Гибель людей на пожарах в России по абсолютному значению и относительным показателям на 1 млн. человек и на одну тысячу пожаров уже давно обогнали все страны мира. Хотим мы этого или нет, но на сегодня с огорчением надо признать, что Россия идет по числу пожаров и числу погибших на них людей "впереди планеты всей". Риск преждевременной смерти в России достигает 85 % от смертности населения, при этом смертность по социально-экономическим причинам составляет 66 %, природно-техногенным чрезвычайным ситуациям – 25 %, самоубийствам и убийствам – 5 %.



Пожары следует рассматривать как одну из серьезных причин рисков преждевременной смертности населения. Пожары по воздействию на окружающую среду и человека – это источники глобальных атмосферных возмущений, генераторы вредных веществ, источники изменения климата, причины изменения ландшафтов, эрозии почвы, изменения концентрации атмосферных газов, подрыва ресурсов и поступления в воду, почву, атмосферу вредных огнетушащих веществ. Подсчитано, что при пожарах во время военных действий в Персидском заливе в атмосферу выбрасывалось в день: сажи до 115000 т, оксидов азота – 4600 т.

В Российской Федерации пожары в городах составляют 68 % от общего числа, при этом основная доля пожаров приходится на жилой сектор. Ежегодно в жилом секторе повреждается и сгорает более 5 млн. м² поэтажной застройки. Это примерно 5 таких городов, как Арзамас, Загорск, Муром. При пожарах в жилом секторе погибает около 80 % от общего числа погибших.

Экологические последствия пожаров стали объектом изучения лишь в последнее время, и в литературе имеются только отдельные, разрозненные сведения, позволяющие оценивать социально-экологические риски от пожаров, практически нет методологии оценки экологических рисков при пожарах в городских агломерациях.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ - разработка научных и практических основ комплексной оценки экологического риска пожаров в городских агломерациях и путей его снижения (смягчения).

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Выполнить ретроспективный анализ экологических и социально-экономических последствий пожаров и дать оценку основных пожарных рисков в Российской Федерации, Иркутской области, г. Иркутске.
2. Изучить состав продуктов горения, образующихся при пожарах в зависимости от состояния и пожарной нагрузки на объектах городской застройки.
3. Выполнить мониторинг жилого сектора г. Иркутска для оценки состава и величины пожарной нагрузки, и определения показателей ее дымообразующей способности.
4. Выбрать показатели оценки экологических последствий загрязнения атмосферы и оценить степень экологического риска для населения, произвести зонирование территорий административных округов г. Иркутска.
5. Разработать методические рекомендации по совершенствованию превентивных мер и управлению экологическим риском при пожарах в условиях городской застройки.

ОСНОВНАЯ ИДЕЯ РАБОТЫ заключается в том, что экологические последствия пожаров являются многоплановыми, но необходимо выделить

наиболее значимые и при тушении пожаров и после смягчить эти последствия.

Работа выполнена в соответствии с заказ – нарядом № 101523 от 20 января 2000 г. Министерства образования Российской Федерации 1.1.00Ф. "Разработка научных и практических основ прогнозирования экологических и социальных последствий чрезвычайных ситуаций (на примере пожаров Прибайкалья)".

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В работе для решения конкретных задач использовались современные методы аналитического, численного моделирования и экспериментального исследования. Математическая обработка данных и моделирование производилось с использованием компьютерных технологий и пакетов прикладных программ.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА.

1. Впервые проведена комплексная оценка социально-эколого-экономического риска пожаров в городской застройке в целом по России, крупным городам Восточной Сибири и Дальнего Востока и г. Иркутске.
2. На основе анализа статистических данных количественных показателей последствий пожаров разработана трендовая модель краткосрочного прогнозирования социально-экономической цены (числа пожаров, количества погибших людей) в России, Иркутской области, г. Иркутске.
3. Предложен новый подход к оценке экологических, социальных и экономических последствий пожаров, а также зонирования по степени опасности для населения в городской застройке на примере г. Иркутска.
4. Впервые выполнен мониторинг жилого сектора на примере г. Иркутска, дана количественная и качественная оценка пожарной нагрузки, экспериментально определена дымообразующая способность.
5. Предложена методика расчета экологической нагрузки на атмосферу при залповых выбросах от пожаров с учетом пожарной нагрузки городских агломераций.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ.

1. Методика оценки экологического риска пожаров апробирована и внедрена в практику работы УТПС МЧС Иркутской, Амурской областей, Приморского и Хабаровского краев для принятия оперативных управленческих решений.
2. Практические рекомендации по обеспечению противопожарной безопасности г. Иркутска и смягчению экологических последствий пожаров включены в областные и городские программы на 2001 –

2007 г. и утверждены постановлениями губернатора Иркутской области, мэра г. Иркутска.

3. Написано и издано учебное пособие "Эколого-экономические и социальные последствия пожаров", которое используется при подготовке специалистов по пожарной безопасности, безопасности технологических процессов и производства в высших учебных заведениях (ВСИ МВД России, ИрГТУ).

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения диссертационной работы и отдельные её результаты докладывались и обсуждались на международных Всероссийских научно-практических конференциях (г. Иркутск, 1998 г., 2000 г.), Всероссийских конференциях ВСИ МВД России (г. Иркутск, 2000 г., 2002 г.), на научной сессии ИСЭМ СО РАН (г. Иркутск, 2001 г.), а также Всероссийских студенческих научно-практических конференциях (г. Иркутск, 1998-2002 гг.)

ПУБЛИКАЦИИ. По результатам выполненных исследований опубликовано учебное пособие для студентов технических, высших учебных заведений, а также государственной противопожарной службы МЧС Иркутской области «Эколого-экономические и социальные последствия пожаров», 7 научных статей, 18 тезисов.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов, списка литературы из 142 наименований, 29 приложений на 37 страницах.

Работа содержит 125 страниц основного текста, включая 25 рисунков и 33 таблиц. Общий объем работы 162 листа машинописного текста.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ.

1. Результаты анализа, оценки и прогноза эколого-экономического и социального риска пожаров в городских агломерациях Сибирского и Дальневосточного округов Российской Федерации.
2. Методология оценки экологической нагрузки от пожаров на атмосферу, включающая определение значимых факторов риска: пожарной нагрузки, дымообразующей способности и удельных выделений экотоксичных продуктов горения.
3. Результаты комплексной оценки последствий пожаров: индивидуальный и коллективный риск гибели и травмирования людей; зонирование по степени опасности административных территорий г. Иркутска, а также практические рекомендации по управлению пожарными рисками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Реальность в России такова, что мы имеем полный набор рисков развитых стран.

К разнообразным природным и техногенным угрозам все чаще добавляются "социогенные риски" – сбои в системе управления обществом, угрожающие жизни и здоровью людей. Поэтому в нынешних условиях исключительно важно прогнозировать и предупреждать аварии, катастрофы, различные нестабильности в природной, техногенной и социальной сферах. Необходимо наилучшим образом распоряжаться имеющимися ресурсами.

Перед нами встали фундаментальные задачи – выработать стратегию управления рисками и прежде всего пожарными, как одними из наиболее часто реализуемых.

В настоящее время признано, что методология анализа и управления рисками является научным инструментом, который может быть основой для поддержки принятия решений в хозяйственной деятельности. Методы управления рисками можно разделить на методы, направленные на снижение вероятности нежелательного события (снижение риска) и уменьшение размера последствий, ущерба (смягчение последствий). При этом невозможно четко провести границу между методами управления рисками – техническими, нормативно-правовыми, административными. Важно на уровне региона выработать методы администрирования и действия экономических рычагов. Региональный комплексный анализ риска позволяет охватить проблемы, создаваемые различными видами источников опасности и риска. Такой анализ позволяет выяснить взаимосвязь источников риска и оценить различные аспекты их влияния на окружающую среду и здоровье населения.

Среди показателей, характеризующих опасности, рекомендуют использовать экологическую напряженность, т.е. качественную оценку состояния окружающей среды и возможные последствия различных аварий, катастроф, чрезвычайных ситуаций, выраженные факторами экологической опасности – воздействиями, способными вызвать отрицательные изменения в состоянии окружающей среды и здоровья населения. Экологическая нагрузка определяется объемами выбросов в атмосферу, наличием в выбросах особо вредных веществ, превышением ПДК по нескольким показателям, размерами территории, на которую распространяется воздействие, неблагоприятными метеоусловиями и т.д. Экологическая нагрузка от пожаров, являющихся источниками залповых выбросов в атмосферу до сих пор не оценивалась из-за отсутствия методик.

Первое защищаемое положение

В диссертационной работе выполнен ретроспективный анализ пожарных рисков в современном мире, России, крупных городах Восточной Сибири и Дальнего Востока, отдельных округах г. Иркутска.

Установлено, что наблюдается устойчивая тенденция роста пожарных рисков (число пожаров, гибель людей) (рис. 1) при этом пожарные риски существенно превышают приемлемый риск (10^{-6}) принятый во многих странах мира.

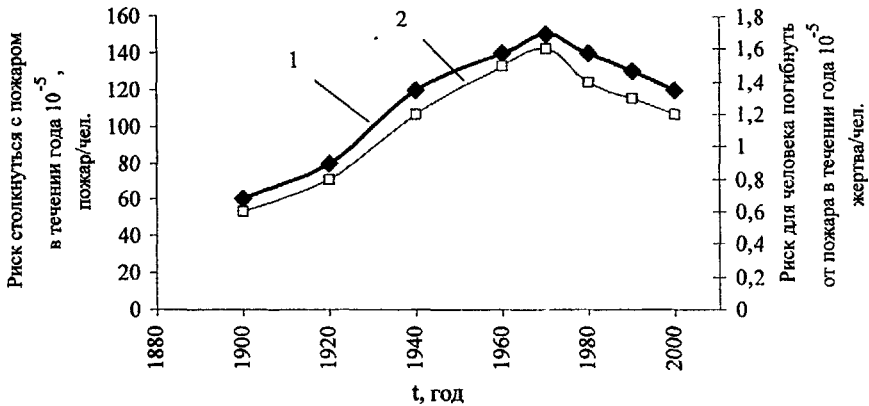


Рис. 1. Динамика значений риска для любого человека столкнуться с пожаром или погибнуть при пожаре в течение года, где: 1 – риск для человека столкнуться с пожаром, 2 – риск для человека погибнуть от пожара

Основными причинами пожаров являются социальные факторы (55-65 %), техногенные (25-40 %) и природные (3-5 %). При этом наибольшее число пожаров происходит преимущественно в городской застройке (до 60 %).

В России число пожаров в период с 1948 по 2001 гт. увеличилось в 5,2 раза, гибель и травмирование людей в 6,5 раз, а материальный ущерб в 60 раз. (рис. 2)

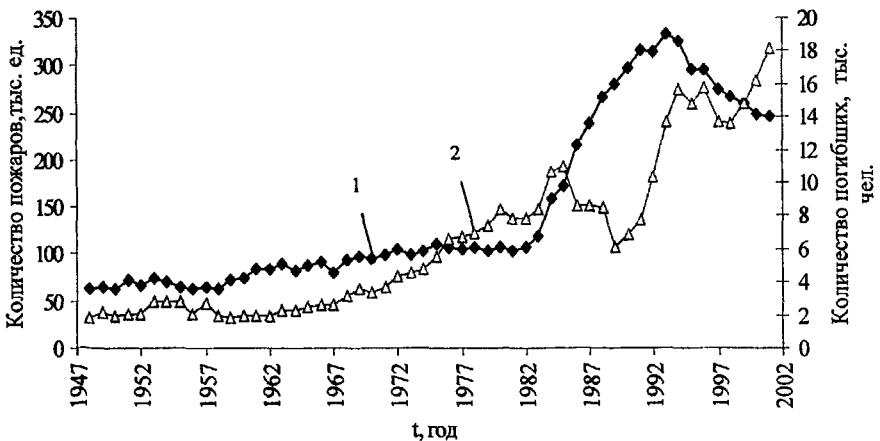


Рис. 2. Динамика пожаров и гибели людей в стране с 1948 г. по 2001 г., где: 1 - количество пожаров, 2 – количество погибших людей

Темпы прироста потерь от пожаров (с исключением инфляционный компоненты) составил примерно 9 %, а гибель и травмирование людей при пожарах – 16 %.

На рис. 3 приведены данные по объектам, сгоревшим в России в период с 1996 по 2000 гг., из которых следует, что основной вклад в пожароопасность России вносит жилой сектор (78 %), при этом уничтожается до 35-40 тыс. строений и потери жилой площади составляют более 1 млн. м², что соответствует изъятию жилого фонда, способного обеспечить проживание 360 тыс. человек.



Рис. 3. Процентные показатели количества пожаров по основным видам объектов в Российской Федерации за 1996 – 2000 гг.

Анализ пожарных рисков в крупных городах Восточной Сибири и Дальнего Востока позволил выявить общие тенденции и установить, что наибольшее число пожаров в этих городах приходится на жилой сектор – 69,5 %, промышленные предприятия – 22 %, объекты торговли – 7 %, объекты административного назначения – 3,7 %, учебные учреждения – 0,9 %, объекты культуры, отдыха, спорта – 0,5 %.

В Иркутской области и в г. Иркутске число пожаров в период с 1970 по 2002 гг. увеличилось в 4,5-5 раз, а число погибших в 3,5-4 раза, материальный ущерб – в 12 раз.

Установлено, что основными причинами гибели людей при пожарах за период 1990-2002 г. явились: действие продуктов горения (59,1 %), действие высоких температур – (19,8 %), недостаток кислорода (8,5 %), обострение хронических заболеваний (5,6 %), обрушение строительных конструкций (4,2 %), психологические факторы (2,8 %).

Сделан вывод, что Иркутская область является одним из экологически напряженных регионов России. В атмосферу наряду со стационарными выбросами от промпредприятий и автотранспорта, существенное дополнительное залповое загрязнение воздуха приносят пожары.

Выполнено краткосрочное прогнозирование пожарных рисков на основе трендовой модели. Установлено, что вероятное число пожаров может быть спрогнозировано по следующим трендам:

Иркутская область

Экспоненциальный тренд $y = \exp(-0,014702x + 8,7302)$

Квадратичный тренд $y = -29,165x^2 - 82,367x + 6340,9$

Линейный тренд $y = -82,367x + 6146,4$

Кубический тренд $y = 21,4250933652519x^3 - 29,1645x^2 - 335,182x + 6340,87$

г. Иркутск

Экспоненциальный тренд $y = \exp(0,008551x + 7,1135)$

Квадратичный тренд $y = -4,026x^2 + 11,067x + 1241,5$

Линейный тренд $y = 11,067x + 1214,7$

Кубический тренд $y = 7,7012x^3 - 4,0258924x^2 - 79,807211x + 1241,5$

Установлено, что вероятное количество гибели людей может быть спрогнозировано по следующим трендам:

Иркутская область

Линейный тренд $y = 12,833x + 301,56;$

Квадратичный тренд $y = 1,5281x^2 + 12,833x + 291,37.$

г. Иркутск

Линейный тренд $y = 3,05x + 56,444;$

Квадратичный тренд $y = 0,053x^2 + 3,05x + 56,091.$

Прогнозные оценки по предложенным уравнениям переданы в ГПС МЧС Иркутской области и внедрены в практику оперативного управления.

Второе защищаемое положение

Под экологическим ущербом от пожаров подразумеваются потери от роста заболеваемости населения, ущерб от ухудшения природных ресурсов и загрязнение окружающей среды.

Предложена методология оценки экологического ущерба, причиненного залповыми выбросами дыма и токсичных веществ, основанная на определении количества экотоксикантов, выделяемых при пожарах. Используемые в настоящее время методики оценки экологического ущерба разработаны для стационарных источников выбросов, где имеется возможность рассчитать валовые выбросы исходя из удельных показателей того или иного технологического процесса или операции.

Пожар является внезапным событием и оценивать количество экотоксикантов, выделяемых в атмосферу можно исходя из вида горючего материала (пожарной нагрузки) и условий горения.

Экспериментально определена пожарная нагрузка современного жилья по основным видам горючих материалов (таблица 1).

Таблица 1

Качественная и количественная характеристики горючих материалов современного жилья

Горючий материал	Масса, кг
Древесина	$644,5 \pm 35,5$
Древесностружечные плиты (ДСП)	$476,1 \pm 25,0$
Целлюлоза (бумага)	$195,2 \pm 20,0$
Хлопок (ткани)	$259,2 \pm 20,0$
Полистирол, пенополистирол	$156,9 \pm 12,3$
Шерсть (ткани)	$85,7 \pm 10,3$
Нейлон (ткани)	$75,5 \pm 7,5$
Поливинилхлорид (ПХВ)	$56,0 \pm 3,0$
Пенополиуретан (ППУ)	$40,0 \pm 3,8$
Кожа	$20,6 \pm 3,4$
ВСЕГО	1917 ± 140

Установлено, что средняя статистическая пожарная нагрузка современного жилья $51,7 \pm 3,2$ кг/м². В специально сконструированной установке скоростной генерации слабо-концентрированных дымов (рис. 4) определена дымообразующая способность горючих материалов современных квартир (таблица 2). Определены удельные выбросы основных токсикантов при горении в условиях реальных пожаров (таблица 3).

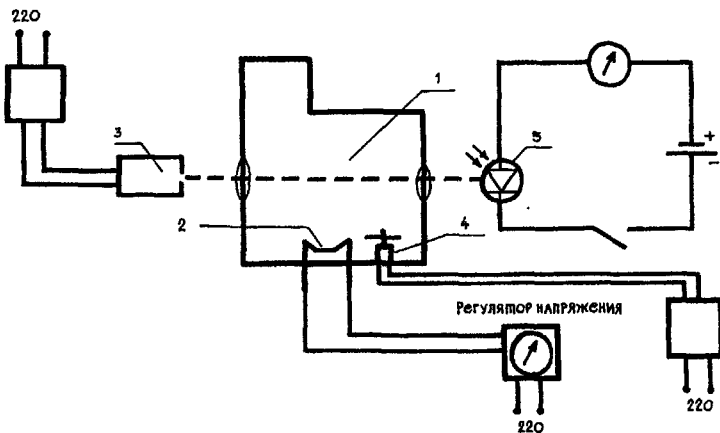


Рис. 4. Схема установки для изучения дымообразующей способности материалов: 1 - дымовая камера; 2 - лодочка-тигль; 3 - источник оптического излучения; 4 - вентилятор; 5 - фотодиод.

Таблица 2

Показатели дымообразующей способности основных горючих материалов современных квартир

Материал	$D_m, \text{Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$
Нейлон (ткани)	1511 ± 178,9
Капрон (изделия, ткани)	1510 ± 189,5
Шерсть	1300 ± 102,6
Пенополиуретан	1227 ± 173,4
Полистирол	927 ± 73,3
Изоляция проводов (поливинилхлорид)	786 ± 27,6
Древесина (сосна)	780 ± 37,8
Обои бумажные	637 ± 48,2
Целлюлоза (бумага)	637 ± 48,2
Линолеум с утеплителем (отечественный)	623 ± 39,8
ДСП	544 ± 52,3
Хлопок (ткань)	466 ± 29,8
Кожа (черная в изделиях)	451 ± 47,5
Линолеум без утеплителя (импортный)	374 ± 37,2
Стеновая пластиновая панель импортного производства	328 ± 38,1

Таблица 3

Удельные показатели образования экотоксикантов при сгорании основных материалов пожарной нагрузки жилых зданий

Состав Продуктов горения	Величины выделения токсичных соединений, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$								
	Шелк ацетат- ный	Древеси- на	ДСП	ПВХ	ППУ	Нейлон	Шерсть	Полисти- рол	Хлопок
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аммиак							0,91	507	
Оксид углерода	325	260	55,9	16,25	149	325	390	32,5	507
Сероводород	65						295		
Хлористый во- дород				3000					
Цианистый во- дород	650				6,7	221	390	65	
Акролеин		19,5	39						
Ацетон	13	52	57,2		9,1	26	13		
Ацетальдегид	195	429	448		1755		195		
Бензол	1300		39	3000	325	422	325	3000	
Винилхлорид				42,9					
Нафталин	19,5		10,4	351			18,2	351	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пиридин						19,5	125		
Стирол	54,6		2,6		52	11,7	52	1,3	
Толуол	1,3		1,3	1,3	1,3	1,3		1,3	
Толуилендиизоцианат					780				
Фенол	195		390		195	23,4	195		
Оксид азота					3,9	6,5		0,6	
Сажа		1,72		50	50			50	

Предложено на основе знания числа пожаров, пожарной нагрузки и удельных выбросов рассчитывать валовые выбросы в атмосферу по формуле:

$$M_i = \sum_{i=1}^n Y_{ПГ_i} \cdot V_{ПГ_i} \cdot a_i,$$

где: $Y_{ПГ_i}$ - концентрация i -го загрязнителя, попавшего в атмосферный воздух при пожаре, $\text{т} \cdot \text{м}^{-3}$;

$V_{ПГ_i}$ - объем продуктов горения при сгорании 1 тонны i -го горючего вещества, $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$;

a_i - масса сгоревшего при пожаре вещества или материала, т .

Основываясь на предложенной методике рассчитаны валовые выбросы экотоксикантов при пожарах (таблица 4).

Таблица 4

Валовые выбросы основных токсичных продуктов горения при пожарах в городской черте

Вещество	Валовые выбросы, тонн \cdot год $^{-1}$			
	г. Иркутск	г. Хабаровск	г. Владивосток	г. Благовещенск
1	2	3	4	5
Оксид углерода	16,5	20,8	28,5	7,2
Диоксид углерода	8,3	16,2	19,7	3,4
Ацетилен	3,5	5,3	13,5	1,7
Бензол	2,2	3,4	4,7	1,1
Ацетальдегид	1,8	2,8	2,6	1,0
Хлористый водород	1,6	2,5	2,1	$8,1 \cdot 10^{-1}$
Оксид азота	1,3	2,1	3,3	$6,4 \cdot 10^{-1}$
Ацетон	1,2	1,8	3,1	$6,1 \cdot 10^{-1}$
Сажа	1,1	1,7	2,8	$5,5 \cdot 10^{-1}$
Фенол	$9,1 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	1,1	$4,5 \cdot 10^{-1}$

1	2	3	4	5
Диоксид азота	$8,3 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$9,8 \cdot 10^{-1}$	$4,1 \cdot 10^{-1}$
Акролеин	$5,2 \cdot 10^{-1}$	$8,1 \cdot 10^{-1}$	$8,8 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
Цианистый водород	$3,3 \cdot 10^{-1}$	$5,2 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-1}$
Диоксид серы	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$	$3,1 \cdot 10^{-1}$	$6,1 \cdot 10^{-2}$
Всего выбросов	40,4	62,1	101,7	25,1

Установлено, что дополнительная экологическая нагрузка от пожаров происходящих в городах, составляет примерно 10 % от массы валовых выбросов загрязнений от стационарных источников.

Третье защищаемое положение

Выполнена комплексная эколого-экономическая оценка ущерба от пожаров в г. Иркутске и его отдельных округах. Установлено, что зона, загрязненная экотоксикантами при пожарах находится в границах от объекта пожара: при квартальной застройке – 60-80 метров; при строчной застройке – 25-30 метров; при смешанном типе 35 – 40 метров.

Наиболее экологически опасными являются пожары в подвальных и цокольных этажах зданий. Особенностью данных пожаров является механический и химический недожог. Именно для этого источника характерно интенсивное выделение наиболее токсичных продуктов горения, которые распространяются в смежные помещения, верхние и нижние этажи, и рассеиваются в атмосферу.

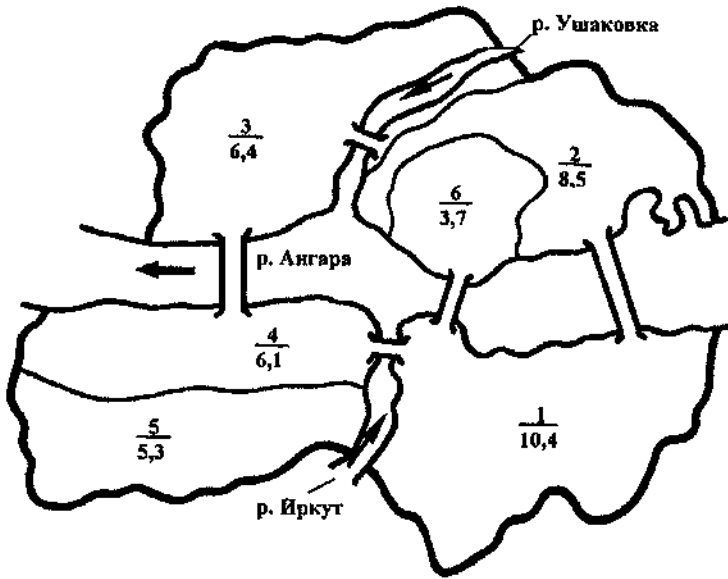
При пожарах на чердачных (последних) этажах зданий характерно интенсивное горение и конвективными потоками загрязнения распространяются на расстояния до 1-1,5 км.

При пожарах на открытых площадках, складах горючих материалов характерен интенсивный газообмен при котором потоки свежего воздуха засасываются в эпицентр пожара и распространяются со скоростью свыше 50 км/ч⁻¹.

На примере г. Иркутска выполнено зонирование по дополнительной экологической нагрузке от пожаров (рис. 5) и определен комплексный показатель экологической опасности пожара.

Установлено, что наиболее экологически неблагоприятным являются Свердловский и Октябрьский округа, где необходимо принимать дополнительные меры по смягчению экологической напряженности.

Расчетами установлено, что эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферы при пожарах в г. Иркутске составляет 891,8 тыс. руб.·год⁻¹, что составляет 12 % от прямого материального ущерба (таблица 5).



- 1 – Свердловский округ
 2 – Октябрьский округ
 3 – Куйбышевский округ
 4 – Ленинский округ
 5 – Ново-Ленинский округ
 6 – Кировский округ

Рис. 5. Схема зонирования г. Иркутска по валовым выбросам при пожарах, тонн·год⁻¹

Таблица 5
 Эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферы
 в результате пожаров в административных округах г. Иркутска

Округ г. Иркутска	Частота пожаров, год ⁻¹	Ущерб от загрязнения атмосферы от 1 пожара, руб.	Экономический ущерб загрязнения атмосферы, тыс. руб.·год ⁻¹
Кировский	109	374	40,7
Куйбышевский	197	644	126,8
Ленинский	184	626	115,2
Ново-Ленинский	163	533	86,8
Октябрьский	238	832,7	198,0
Свердловский	310	1046	324,3

Принимая во внимание особенности возникновения пожаров в городской застройке (случайное территориальное распределение) оценен индивидуальный и коллективный риск погибнуть при пожарах для жителей различных округов г. Иркутска (таблица 6).

Таблица 6

*Риск гибели и травмирования людей при пожарах
в административных округах г. Иркутска*

Округ г. Иркутска	Индивидуальный риск, чел.год ⁻¹ ·10 ⁻⁴		Коллективный риск, чел.год ⁻¹	
	Гибели	Травмирова- ния	Гибели	Травмирования
Кировский	0,92	1,8	4,5	8,2
Куйбышевский	1,3	2,2	9,8	16,6
Ленинский	1,6	2,6	6,8	10,7
Ново-Ленинский	0,34	0,62	3,4	6,1
Октябрьский	0,67	1,1	8,8	14,5
Свердловский	0,45	0,82	9,0	16,4

Установлено, что индивидуальный риск гибели и травмирования для жителей г. Иркутска превосходит существенно таковые для других городов. Поэтому необходимо принимать меры по снижению риска.

Для этих целей предложены конкретные практические рекомендации по управлению пожарными рисками в регионе, включающие организацию мониторинга и прогнозирования пожаров, смягчения их последствий и сценариев реагирования на чрезвычайные ситуации.

Структурная схема стратегии снижения экологических последствий пожара приведена на рис. 6.

Таким образом, в диссертационной работе решена задача в разработке научных и практических основ комплексной оценки экологического риска пожаров в городских агломерациях и путей его снижения.

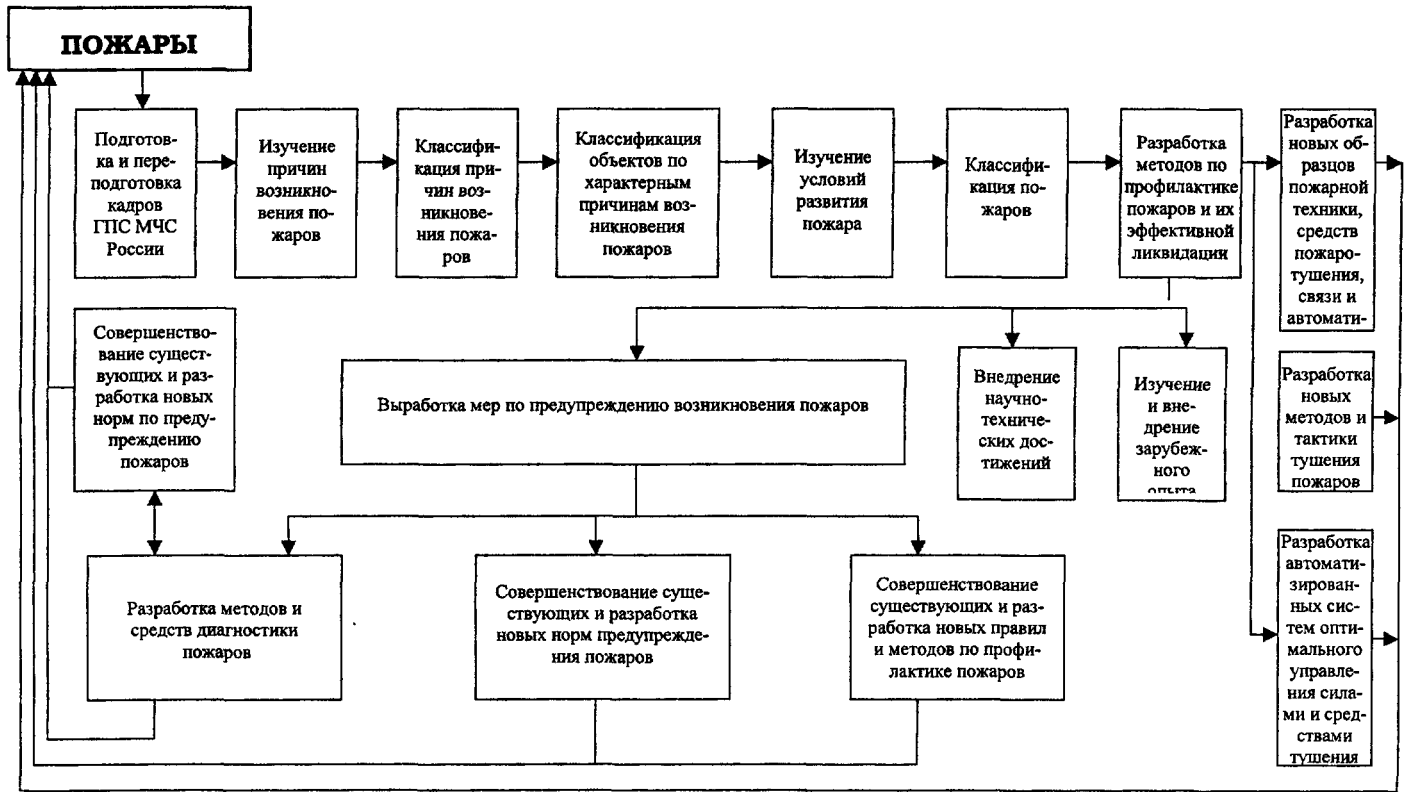


Рис. 6. Структурная схема стратегии снижения экологического, социального и экологического риска пожаров

ВЫВОДЫ

1. Выполненный ретроспективный системный анализ социально-экономических и экологических последствий пожаров в современном мире выявил устойчивую тенденцию роста числа пожаров, гибели и травмирования людей, увеличения экологической нагрузки на окружающую среду. В России за последние 50 лет число пожаров увеличилось в 5 раз, а число погибших и травмированных в 6,5 раз. Темпы прироста социальных потерь при пожарах в год достигают 16 %. Среди регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока Иркутская область лидирует по пожарным рискам.
2. Наибольшее число пожаров в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке происходит в городских застройках, при этом на жилой сектор приходится до 63 % пожаров. Основными причинами гибели людей при пожарах являются экологически значимые факторы: отравления продуктами горения (59 %), действие высоких температур (19,8 %), недостаток кислорода (8,5 %). Иркутская область является одним из экологически напряженных регионов России, в атмосферу наряду со стационарными источниками загрязнения предприятиями и автотранспортом дополнительно привносятся загрязнения от пожаров.
3. На основе анализа статистических данных разработана трендовая модель, позволяющая осуществлять краткосрочное прогнозирование числа пожаров, гибели и травмирования людей в России, Иркутской области, г. Иркутске. Прогностическая оценка внедрена в практику подразделений УГПС МЧС России, Иркутской области, используется в производственной деятельности.
4. Разработана методология оценки экологических последствий пожаров, включающая идентификацию и систематизацию данных пожарной нагрузки современного жилья, экспериментальную оценку дымообразующей способности и удельных выбросов экотоксикантов при пожарах. Впервые создана лабораторная установка, позволяющая изучить дымообразующую способность материалов и определены удельные показатели дымообразования горючих материалов современных квартир.
5. Определены валовые выбросы в атмосферу от пожаров ряда городов (Иркутск, Хабаровск, Владивосток, Благовещенск). Установлено, что средняя доля дополнительной экологической нагрузки на атмосферу за счет залповых выбросов от пожаров достигает 10 % от массовых выбросов от стационарных источников и транспорта.
6. Предложена методика комплексной оценки эколого-экономического ущерба от пожаров и проведено зонирование г. Иркутска по экологическому риску от пожаров. Показано, что наибольшему экологическому риску подвергаются жители Свердловского и Октябрьского округов. Общий эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферы при пожарах в г. Иркутске достигает 12 % от прямого материального ущерба.

7. Определены индивидуальные риски гибели и травмирования жителей отдельных округов г. Иркутска, и установлено, что они существенно превосходят таковые для других городов Сибирского и Дальневосточного Федеральных округов.
8. На основе выполненного анализа разработана стратегия управления рисками в Байкальском регионе и даются практические рекомендации по снижению пожарных рисков и смягчению их последствий. Рекомендации учтены в программах обеспечения пожарной безопасности Иркутской области, г. Иркутска, постановлениях губернатора и мэра г. Иркутска.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Экологический риск при пожарах. // Проблемы безопасности в природных и технических системах. Безопасность - 98: Тез. III Всер. науч.-прак. конф. - Иркутск. - том 1. - С.167-168.
2. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Некоторые пути снижения экологических последствий при возникновении пожаров. // там же, С. 168-169.
3. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Экологическая безопасность и современные огнетушащие средства. // там же, С. 174-175.
4. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Проблемы оценки экологических последствий пожаров. // там же - том 2. - С. 121-122.
5. Гармышев В.В., Ширяева Н.К., Христюк И.М. Сравнительный анализ основных критериальных показателей социально-экономических последствий пожаров в городской застройке, на примере г. Иркутска // Вестник ВСИ МВД РФ. - 1999. - №3. - с. 42-50.
6. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Экологическая опасность процессов горения. //Взаимоотношения общества и природы: История, современность и проблемы безопасности. Безопасность - 99: Тез. IV Всер. науч.-прак. конф. - Иркутск. - том 3. - С.232-233.
7. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Пожар - источник загрязнения окружающей среды. // там же, С. 233.
8. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Социально-экономические последствия пожаров в Иркутской области. //там же, С.240.
9. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: Эколого-экономические и социальные последствия пожаров. Учебное пособие. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999. -135с.
10. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Эколого-экономические и социальные последствия пожаров в Предбайкалье. //Вестник ИрГТУ. - 1999. - №7. - С.17-25.
- 11.Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Количественные и качественные показатели загрязнения воздуха при пожарах в городах (на примере Свердловского округа г. Иркутска). // Вестник ВСИ МВД РФ. - 1999. - №4. -С.23-27.
- 12.Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Эколого-экономическая оценка последствий загрязнения при пожарах в городах (на примере Свердловского округа г. Иркутска). //Вестник ВСИ МВД РФ. - 2000. - №1. - С.21-25.

13. Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Беспалова В.В., Смагин В.В. Водопенные средства тушения пожаров и экологические последствия. // Водные ресурсы Байкальского региона: Проблема формирования на рубеже тысячелетий. – 99: Материалы науч.- прак. конф. - Иркутск. - том 2. – С.54-56.
14. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Загрязнение воздуха при пожарах в городской застройке. // Взаимоотношения общества и природы: История, современность и проблемы безопасности. Безопасность - 99: Тез. IV Всер. науч.-прак. конф. - Иркутск. - том 3. - С.240-241.
15. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Водопенные средства тушения пожаров: современное состояние и некоторые экологические аспекты. // Пути решения водных проблем Прибайкалья и Забайкалья. Труды Восточно-Сибирского отделения Академии проблем водохозяйственных наук. Вып 1. - Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2002. - С. 154-162
16. Тимофеева С.С., Малыхин А.В., Гармышев В.В. Проблемы и некоторые направления снижения экономических последствий при возникновении пожаров. Современность в творчестве вузовской молодежи: Сборник научных трудов молодых ученых. - Вып. 1. - Иркутск: ВСИ МВД РФ, 1999. - С.109-116.
17. Черных И.В., Гармышев В.В., Фомин Е.А. Показатели пожарной опасности современных городских квартир. // Вестник ВСИ МВД РФ. – 2000. – №4. – С. 25-29.
18. Гармышев В.В., Тимофеева С.С. Показатели обстановки с пожарами в городах Российской Федерации. // Новый взгляд на проблемы безопасности в XXI веке. Безопасность – XXI: Тез. VI Всероссийской научно-практической конф. – Иркутск. – том 1. – с. 267-268.

Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.
Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 100 экз. Зак. 191

ИД № 06506 от 26.12.2001
Иркутский государственный технический университет
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83