

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной Противопожарной Службы

Н.Н.Брушлинский, С.В.Соколов, Е.А.Кленко

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Москва 2011

УДК 614.841

Основы теории пожарных рисков и ее приложение. Авторы: академик РАЕН, д.т.н., профессор Брушлинский Н.Н., чл.-корр. РАЕН, д.т.н., профессор Соколов С.В., к.т.н. Клепко Е. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 82 с.

Под редакцией Брушлинского Н.Н

Представлены результаты комплексного исследования пожарных рисков, проводимого группой научно-исследовательского центра управления безопасностью сложных систем АГПС МЧС России

Пробный выпуск, издано в авторской редакции

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2011

Содержание

Предисловие.....	4
Глава 1. Основы теории пожарных рисков.....	5
1.1. Опасности современного мира.....	5
1.2. Триада «Опасность – Риск – Безопасность».....	12
1.3. Виды рисков.....	19
1.4. Пожарные риски.....	23
1.5. Локальные и интегральные риски.....	27
1.6. Пожарный риск как функция многих переменных.....	32
1.7. Детализация пожарных рисков.....	39
1.8. Городские и сельские пожарные риски, комплексный показатель пожарной опасности сельской местности.....	43
1.9. Управление пожарными рисками.....	50
1.10. Приложение теории пожарных рисков в XXI в.....	56
Глава 2. Пожарные риски в мире.....	62
2.1. Реконструкция пожарных рисков в Древнем мире.....	62
2.2. Оценка пожарных рисков в мире в XXI в.....	64
2.3 Реконструкция обстановки с пожарами на Земле в исторической ретроспективе.....	66
2.4. Прогнозы динамики пожарных рисков на планете до XXIII в.....	70
Литература.....	79

Предисловие

В настоящей брошюре изложены основы теории пожарных рисков и некоторые ее приложения. В нее включены не только разделы, вошедшие в монографию «Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование» (под ред. Н.Н.Брушлинского и Ю.Н.Шебеко), изданную ФГУ ВНИИПО МЧС России в 2007 г. и мгновенно разошедшуюся, но и новые разделы, детализирующие эту теорию.

Во-первых, уточнено понятие интегральных и локальных пожарных рисков; во-вторых, детально рассмотрены городские и сельские пожарные риски, в-третьих, введено понятие комплексного показателя пожарной опасности сельской местности, опирающееся на соотношения между основными пожарными рисками в городах и сельской местности; наконец, кратко изложена методика вычисления индивидуальных пожарных рисков для зданий, сооружений и строений (по «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности»).

Приложения теории пожарных рисков иллюстрируются, главным образом, на примерах реконструкции обстановки с пожарами в Древнем мире, в средневековье, новой и новейшей истории, а также построения прогнозов будущей обстановки с пожарами до XXIII в. Все это позволяет делать теория интегральных пожарных рисков.

Книга может быть полезна специалистам и научным работникам ГПС МЧС России, а также преподавателям, курсантам и слушателям образовательных учреждений МЧС России и других ведомств.

Профессор Н.Н.Брушлинский

18 января 2011 г., г. Москва

Глава 1. Основы теории пожарных рисков

1.1. Опасности современного мира

Человечество с самого начала своей истории, а также и в доисторическом периоде своего существования, постоянно сталкивалось с различными природными опасностями (землетрясениями, наводнениями, ураганами, грозами, лесными пожарами, агрессивными представителями животного мира и др.).

Затем в общественную практику стали все чаще входить агрессивные столкновения человеческих сообществ (племен, родов, общин, других социальных структур и систем), обусловленные необходимостью обеспечения и решения тех или иных общественных интересов и задач. Так возникла военная опасность.

По мере интеллектуального развития человечества (овладения огнем, ремеслами, различными производственными технологиями и процессами, строительной практикой и пр.) появились новые виды опасностей и, прежде всего, пожарная опасность, нередко обусловленная злым умыслом людей или неумелым обращением с огнем (а также, например, опасности обрушения построек, отравления продуктами производственной деятельности и др.).

Появление городов, в которых людям удобно было решать множество социально-экономических проблем, способствовало распространению массовых заболеваний людей, эпидемий различных болезней (оспы, чумы и пр.).

Так продолжалось много тысячелетий: пожары уничтожали целые города, войны и эпидемии их опустошали, природные бедствия вносили свою суровую лепту в общественную жизнь, историю человечества.

Новая и все расширяющаяся группа опасностей появилась в конце XVIII – начале XIX столетия, когда в мире началась первая промышленная революция. Ее дальнейшее развитие, непосредственно связанное с убыстряющимся научно-техническим прогрессом человечества, интенсивным вовлечением в социально-экономические процессы все новых видов вещества, энергии и информации, одновременно

способствовало появлению новых видов опасностей (химической, радиационной, информационной и пр.).

Постепенно многие виды опасностей приобретали все большие масштабы и формы распространения, охватывая весь мир, становясь в полном смысле слова глобальными, то есть общепланетарными, и угрожая существованию современной цивилизации.

Эта проблема является предметом глубоких философских, естественно-научных и гуманитарных исследований, что, естественно, не является целью данной книги. Мы можем только констатировать, что современный мир исключительно сложен, многообразен, динамичен, пронизан противостоящими тенденциями, полон противоречий.

Резко убыстряющееся развитие человечества поставило цивилизацию в конце XX – начале XXI веков перед исключительно важными общечеловеческими проблемами, от решения которых зависит будущее нашей планеты. К ним относятся проблемы сохранения природной среды, использования новых источников энергии, освоения мирового океана, космоса и др.

Можно сказать, что накануне третьего тысячелетия нашей эры человечество вступило в новейшую эру своего существования, характеризуемую тем, что мощь создаваемых им средств воздействия на среду обитания впервые стала соизмеримой с природными силами нашей планеты.

Об этом в начале XX столетия уже предупреждал академик В.И.Вернадский, что Человек, его Разум становится общепланетарной, геологической силой, преобразующей лик Земли.

В конце XX века по этому же поводу выражал свою тревогу академик Н.Н.Моисеев: «Это внушает нам не только гордость, но и опасение, ибо чревато последствиями, о которых совсем недавно у нас не было и повода всерьез задумываться, но которые (ныне это совершенно очевидно), могут привести к уничтожению цивилизации и даже всего живого на Земле.

Сказанное означает, что перед всеми, кто ответствен за научно-технический прогресс и – еще более – за использование его достижений с

практическими целями, встало объективное требование: учитывать уязвимость природной среды, не допускать превышения ее «пределов прочности», глубже вникать в суть свойственных ей сложных и взаимосвязанных явлений, не вступать в противоречие с естественными закономерностями, дабы не вызвать необратимых процессов» [1].

Перечислим некоторые виды опасностей, реально угрожающих человечеству в начале XXI века:

- космические – столкновение Земли с различными космическими объектами (кометами, астероидами, другими небесными телами);
- экологические – глобальные изменения климата, опустынивание, деградация почвы, истощение природных и биологических ресурсов, загрязнение окружающей среды и др.;
- природные – все виды стихийных бедствий;
- техногенные – аварии, взрывы, пожары, катастрофы и т.д.;
- биологические, экономические, социальные, политические, военные, информационные и др.

Вообще говоря, совокупность всевозможных опасностей в мире, их видов и подвидов, по-видимому, можно охарактеризовать (с абстрактной, математической точки зрения) как бесконечное счетное множество, то есть множество, имеющее бесконечно много элементов, которые, тем не менее, можно перенумеровать.

Совокупное действие всех этих опасностей, число которых множится, а интенсивность реализаций увеличивается, привело к системному кризису на нашей планете, который действительно может привести к гибели современной цивилизации.

Из всего сказанного выше следует, что на данном этапе ее развития проблема обеспечения безопасности каждого человека, любой страны, всего мирового сообщества является наиболее насущной, важнейшей потребностью современности, ибо речь идет о благополучном разрешении кризисной ситуации, об обеспечении выживания цивилизации и создании условий для ее дальнейшего и устойчивого развития.

Решение этой сложнейшей проблемы требует объединения усилий всего мирового сообщества, всех международных организаций, каждого государства и, конечно, мировой науки и техники.

Как известно, чаще всего рассматривают, анализируют и проектируют так называемые сложные системы следующих видов: социальные, экономические и технические. При этом, во многих случаях все эти характеристики отражают отдельные аспекты единого социально-экономического «организма», использующего в процессе «жизнедеятельности» различные инженерно-технические системы.

Сложнейшей социально-экономической системой с давних пор является город, все типы городских поселений. Одной из основных и важнейших тенденций развития современной цивилизации является интенсивный процесс урбанизации, то есть быстрый рост городов, их населения, территорий, слияние городов, образование мегаполисов, агломераций, образование обширных урбанизированных пространств.

Динамику этого процесса можно представить следующим образом [2]:

- В начале XX столетия из 1,65 млрд. человек, населявших Землю, в городах проживало менее 14 % населения планеты, то есть около 230 млн. человек. При этом большинство городов были малыми и почти не отличались от крупных сельских поселений. В крупных городах проживало примерно 1,5 % населения Земли. Крупнейшим городом на планете являлся Лондон (5 млн. чел.).
- В середине XX века уже 20 % землян проживало в городах, то есть 0,72 млрд. человек (население Земли составляло 2,5 млрд. человек). В 1977 г. в мире насчитывалось около 2 тыс. больших городов (с населением свыше 100 тыс. жителей каждый) и более 150 городов и агломераций с населением более 1 млн. человек.
- В 2010 году на планете насчитывалось 6,9 млрд. человек, из которых больше половины (51 %) жило в городах, то есть горожан сейчас на Земле около 3,5 млрд. человек. Здесь приведена общепланетарная статистика, но в перенаселенной Европе в городах живут 73 %

европейцев (как в России), а в отдельных странах эта доля превышает 85 % населения. Например, в Германии 86 % населения живут в городах.

К сказанному полезно добавить, что суммарная площадь территории всех городов мира составляет только 3 % земной суши, то есть примерно 4,5 млн. кв. км. Ежегодно эта территория увеличивается на 20 тыс. кв. км. (на 0,45 % суммарной площади городов) и к 2020 г. составит 4 % всей суши.

Эту ситуацию наглядно можно представить так: в начале XXI века половина населения Земли размещается на площади квадрата со стороной равной всего 2,1 тыс. км., где на каждом кв. км. размещаются в среднем 780 человек.

Характерной чертой XX столетия стало появление на планете так называемых метрополисов, агломераций, мегалополисов. Под метрополисами понимают сверхкрупные города с развитыми пригородными зонами и городами-спутниками, население которых превышает 1 млн. чел. В настоящее время в мире имеется более 250 подобных городов, а примерно 45 городов насчитывает 5 млн. жителей (к ним относятся Москва и Санкт-Петербург).

Однако в последние десятилетия развитие городов приобрело качественно новый характер. В различных районах Земли возникают гигантские скопления городов, тесно связанные между собой многообразными связями и имеющие единый трудовой баланс, обеспеченный многомиллионными сгустками населения. Территории подобных городских систем охватывают многие тысячи квадратных километров. Такие урбанизированные пространства называют агломерациями. Совокупность агломераций все чаще стали называть мегалополисами.

Например, на Атлантическом побережье США сформировался колоссальный мегаполис, занимающий 150 тыс. км² с населением около 40 млн. чел. и объединяющий агломерации Бостона, Нью-Йорка, Филадельфии, Балтимора и Вашингтона. В Японии в результате слияния агломераций Токио, Иокогамы, Киото, Нагоя, Осаки и Кобе формируется

один из крупнейших мегаполисов мира с населением 60 млн. чел., что составляет половину населения страны. Многомиллионные агломерации уже сформировались в Германии (Рурская), Великобритании (Лондонская и Бирмингемская), Франции (Парижская), Мексике (Мехико), Индии (Делийская), Египте (Каирская) и др. Быстрый рост гигантских урбанизированных районов дал повод специалистам предположить, что именно этот вид расселения будет преобладать в XXI веке.

В основе процесса урбанизации лежат объективные факторы: целесообразность и даже необходимость концентрации и интеграции разнообразных форм и видов материальной и духовной деятельности, общения, усиления связей между различными сферами производства, науки и культуры, что в свою очередь повышает интенсивность и эффективность социальных и экономических процессов. Наиболее эффективно эти процессы протекают в больших и крупных городах.

Таким образом, города играют все более важную роль в жизни общества, являясь одной из важнейших форм его социально-экономической и территориальной организации, представляя собой экономические, научные, культурные и политические центры стран и регионов.

Преимущества городской жизни объясняются главным образом высоким уровнем ее качества. В городах человечество сравнительно легко (по сравнению с жителями сельских поселений) обеспечивает удовлетворение всех своих основных потребностей как социального, так и экономического характера. Этому способствует развитая инфраструктура городов, связанная, в частности, с сооружением уникальных зданий, сооружений, различных инженерных систем, сетей и т.д.

Обеспечивая высокий уровень качества городской жизни, городские власти и специалисты буквально «нашпиговывают» городское пространство сложнейшими и потенциально опасными техническими системами (АЭС, ТЭЦ, НПЗ, химические заводы, склады горючих и вредных веществ, продуктопроводы, транспортные артерии и др.). При этом возникают и увеличиваются в размерах разнообразные городские риски, угрожающие нарушить жизнедеятельность городского организма.

Поскольку земля в городах становится все более дорогой (особенно в центральной их части), а городскую черту нельзя непрерывно изменять, удаляя ее от центра города и увеличивая его площадь, то современные города начинают интенсивно расти «вверх и вниз». Это означает, что в городах появляются, во-первых, все более высокие здания и сооружения (высотой более 0,5 км), во-вторых, все более фундаментальные и разнообразные подземные сооружения (нередко тоже многоэтажные).

Таким образом, современные города представляют собой не только сложнейшие социально-экономические, но и сложные технические системы, с которыми сопряжено множество различных по своей природе опасностей.

К сложным системам относятся и современные предприятия. В Российской Федерации, например, в различных отраслях народного хозяйства функционирует свыше 8.000 взрыво- и пожароопасных объектов и предприятий.

Возрастание количества и тяжести последствий крупных промышленных аварий в России объясняется следующими основными причинами:

- недопустимо высоким уровнем износа основных производственных фондов в энергетике, на транспорте и в промышленности, включая высокорисковые производства (в частности, на предприятиях нефтегазохимии, топливно-энергетического комплекса уровень износа основных фондов составляет 50-80 %);
- порочной практикой размещения производительных сил, приведшей к концентрации опасных производств на небольших площадях вблизи или внутри мест компактного проживания населения, а также в районах, подверженных наводнениям, землетрясениям и другим стихийным бедствиям;
- отсутствие экономических механизмов обеспечения безопасности, а также целостной нормативно-правовой базы в области защиты населения и территорий от промышленных аварий и катастроф [3].

В России существуют промышленные гиганты, или, как сейчас принято говорить, системообразующие предприятия, масштабы производственной деятельности которых порождают повышенные требования к обеспечению безопасности их функционирования. Таким предприятиям также присущи разнообразные и значительные по величине опасности, способные нарушить нормальный процесс функционирования этих систем, их устойчивое, сбалансированное и безопасное развитие.

1.2. Триада «Опасность – риск – безопасность»

Для того чтобы обеспечить безопасность какого-то объекта защиты (какой-либо системы) нужно уметь противостоять угрожающим ему опасностям. Так при анализе проблемы безопасности (любого объекта) рассматриваются два основных понятия – опасность и безопасность. Понятие риска в определенной степени связывает два первых понятия. Так возникает основная триада понятий формирующейся в настоящее время теории риска и безопасности: «Опасность – риск – безопасность».

Об этих понятиях, их взаимосвязи и связанных с ними понятиях нужно поговорить подробнее. В специальной литературе, посвященной проблемам безопасности, понятие «опасность», как правило, вообще не определяется, считается как бы первичным, интуитивно понятным, и употребляется чаще всего наряду с понятиями «угроза» и «вызов».

Только в понятийно-терминологическом словаре «Гражданская защита», изданном МЧС России в 2001 году, дается определение этого понятия: «Опасность, возможность нанесения вреда, имущественного (материального), физического или морального (духовного) ущерба личности, обществу, государству. Опасность – одно из основных понятий национальной безопасности наряду с вызовом, риском и угрозой, занимающее в их иерархии место между риском и угрозой. По размаху и масштабам возможных негативных последствий опасности могут быть: глобальные, региональные, национальные, локальные, частные» [4, с. 108].

В приведенном определении, на наш взгляд, имеется несколько весьма спорных, уязвимых моментов, но здесь мы их комментировать не будем. Свою позицию по этому поводу мы определим ниже.

Другое определение понятия «опасность» приведено в учебном пособии «Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах», вышедшем в свет в 2004 году. Там говорится: «Опасность – это свойство окружающей человека среды, состоящее в возможности . . . создания негативных воздействий, способных привести к негативным последствиям для . . . человека и (или) окружающей его среды» [5, с. 337].

Другие сколь-нибудь четкие определения понятия «опасность» нам в литературе не встречались.

Абсолютно единая точка зрения у всех специалистов существует по поводу понятия «безопасность». Мы приведем здесь развернутое определение этого понятия, опубликованное в вышеуказанном словаре «Гражданская защита»: «Безопасность, состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз. Безопасность является важнейшей потребностью человека наряду с его потребностью в пище, воде, одежде, жилище, информации. Эта общенаучная категория выступает интегральной формой выражения жизнеспособности и жизнестойкости различных объектов конкретного мира во внутренней и внешней политике, обороне, экономике, экологии, социальной политике, здоровья народа, информатике, технологии и т.п.» [4, с. 11, 12].

Короче говоря, безопасность – состояние защищенности любого объекта от любых опасностей. С этим согласны все специалисты, это пишут во всех декларациях, законах, нормативных актах и пр., хотя совершенно неясно как трактовать это «состояние защищенности» в реальной жизни.

Но больше всего вопросов и споров вызывает понятие «риск». Им здесь необходимо уделить особое внимание. В словаре «Гражданская защита» дается 8 определений понятия «риск» и его производных. Рассмотрим некоторые из них: «Риск, возможная опасность какой-либо неудачи, возникшая в связи с предпринимаемыми действиями, а также сами действия, при которых достижение желаемого результата связано с такой опасностью» [4, с. 152].

Далее, например: «Риск индивидуальный, вероятность или частота возникновения . . . поражающих воздействий определенного вида . . . , возникающих при реализации определенных опасностей» [4, с. 152].

Или: «Риск приемлемый, уровень риска, оправданный с точки зрения экономических, социальных и экологических факторов . . . » [4, с. 152].

Наконец, «Риск природный, ожидаемый социально-экономический ущерб от возможного проявления опасного природного процесса или явления . . . » [4, с. 153].

В Федеральном Законе РФ «О техническом регулировании» говорится: «Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда» [5].

В Учебном пособии «Основы анализа и управления риском. . . » [5] на стр. 54 дано малопонятное определение: «Риск – это возможность того, что человеческие действия или результаты его деятельности приведут к последствиям, которые воздействуют на человеческие ценности». Там же, на стр. 339 говорится: «Риск чрезвычайных ситуаций (ЧС) – количественная мера опасности, равная произведению числа (или вероятности) чрезвычайных ситуаций за год на ожидаемые последствия ЧС».

На стр. 338 читаем: «Природный риск – возможность нежелательных последствий от опасных природных процессов и явлений».

Наконец, на стр. 340 этого учебного пособия сказано: «Техногенный риск – возможность нежелательных последствий от опасных техногенных явлений, а также ухудшения окружающей среды из-за промышленных выбросов».

В работе [7] дается такое определение: «Риск – потенциальная опасность реализации техногенных или природных событий с последствиями в виде нанесения вреда здоровью населения или в виде материального ущерба третьим лицам».

Укажем еще на публикацию [8], в которой говорится: «Степень опасности угроз и уязвимости . . . отражает уровень риска для социально-

экономической системы и ее составляющих. Именно категория риска, под которым понимается прежде всего мера возможной опасности и последствий ее реализации, выраженная в количественной форме . . . , интегрирует оба понятия – опасность и уязвимость – в единое целое».

В этой же публикации уточняется, что «в рамках рационалистического подхода . . . риск рассматривается как возможность (вероятность) наступления опасного или неблагоприятного события и/или количественной меры такого события (ущерба). При этом сам риск исчисляется путем перемножения вероятности упомянутого события на ущерб. . .».

Социо-психологический подход, о котором тоже говорится в публикации [8], мы здесь рассматривать не будем.

Можно привести еще десятки примеров из множества публикаций, посвященных рискам, но ничего принципиально нового они не добавляют.

Подведем некоторые промежуточные итоги, обобщив рассмотренные определения интересующих нас понятий. Итак, опасность – это, во-первых, возможность (или способность) нанесения вреда любому объекту защиты [4, 9] и, во-вторых, это свойство окружающей среды [5]. Кем или чем наносится вред объекту защиты – не говорится.

Далее, безопасность – это состояние защищенности объекта защиты от любых видов опасностей [4, 5, 6].

Наконец, риск – это возможная опасность неудачи [4], вероятность или частота поражающих воздействий [4], ожидаемый ущерб [4], вероятность причинения вреда [6], количественная мера опасности [5], возможность нежелательных последствий [5], потенциальная опасность реализации событий с нанесением вреда [7], мера возможной опасности и последствий ее реализации [8], возможность (вероятность) наступления опасного события [8].

Проще всего обстоят дела с понятием безопасности как состоянием защищенности от любой опасности. С этим согласны все специалисты, непонятно только что это означает и как обеспечить это состояние.

Сложнее обстоят дела с понятием опасности и еще хуже – с риском. Здесь отчетливо видно, что опасность и риск выступают почти как

синонимы, так как зачастую одно понятие выражают через другое (и наоборот). Обратим только внимание на то обстоятельство, что все специалисты предлагают вычислять риск как произведение вероятности опасного события на ущерб от него. Это звучит по существу как аксиома (или как заклинание), хотя очевидно, что это не так [10].

Определим теперь нашу позицию по всем затронутым вопросам. Впервые она была опубликована нами в 1997 году [11], а затем неоднократно уточнялась и конкретизировалась [8, 10, 12, 13, 14].

Опасность – явление любой природы (физической, химической, биологической, экономической, социальной и др.), способное нанести вред личности, обществу, государству, любому объекту защиты.

Любая опасность носит, как правило, потенциальный характер и в реальности проявляется далеко не всегда. Риск как раз и является мерой возможности реализации конкретной опасности.

Риск – количественная характеристика (мера) возможности реализации конкретной опасности и ее последствий, измеряемая, как правило, в соответствующих единицах.

Для каждой опасности рисков может быть достаточно много. Каждый из них характеризует отдельный аспект опасности и ее последствий, например, с одной стороны, – частоту ее реализации, с другой – характер и размеры последствий реализации опасности. Каждый риск в зависимости от многих обстоятельств и факторов может изменять свои значения, то есть подвержен определенной динамике. Поэтому, выявляя роль отдельных факторов, влияющих на уровень риска, можно попытаться целенаправленно воздействовать на них, то есть управлять риском, с тем, чтобы ослабить негативное воздействие опасности.

Управление риском – разработка и реализация комплекса мероприятий (инженерно-технического, экономического, социального и иного характера), позволяющих уменьшить значение данного риска до допустимого (приемлемого) уровня.

Очевидно, что принципиально невозможно все риски, связанные с тем или иным объектом защиты, свести к нулю, риск только можно

попытаться уменьшить до такого уровня, с которым общество на данном историческом этапе развития вынуждено будет согласиться.

Безопасность – состояние объекта защиты (системы), при котором значения всех рисков не превышают их допустимых уровней (табл. 1, рис. 1).

Последнее определение означает, что на данном этапе развития общества большей степени снижения уровня любой опасности, угрожающей данному объекту защиты, добиться невозможно, то есть опасность в явном виде как бы отсутствует и именно поэтому систему (объект защиты) по определению можно считать безопасной (пока большего уменьшения опасности обеспечить нельзя). Только в этом смысле можно говорить о безопасности как «состоянии защищенности» объекта защиты, так как абсолютной безопасности не может быть в принципе.

Таким образом, алгоритм обеспечения безопасности любого объекта заключается в выявлении и оценке всех рисков, присущих этому объекту, разработке технологий управления этими рисками, чтобы целенаправленно снижать их значения до допустимых уровней.

Так выстраивается логика формирования и соподчинения основных понятий теории риска и безопасности, определяющая триаду «Опасность – риск – безопасность», где дополнительным (вспомогательным) понятием является «управление риском».

При этом понятия опасность, угроза и вызов по существу являются синонимами, отличаясь друг от друга некоторыми смысловыми оттенками. Все они характеризуются набором рисков, уменьшая значения которых мы приходим к допустимому уровню безопасности конкретного объекта защиты (личности, общества, государства, любой социальной, экономической, технической системы). Схематично это представлено на рис. 2. Фактически это – схема алгоритма обеспечения безопасности любого объекта.

С каждым объектом защиты может быть связано множество различных опасностей. Каждую опасность может характеризовать много различных рисков, оценивающих разные стороны и параметры этой

опасности. Набор рисков, соответствующих определенному виду опасности, можно назвать комплексом ее рисков.

Таблица 1

Основные понятия теории риска и безопасности

Понятия	Определения основных понятий	Обозначения
Опасность	Явление любой природы (физической, химической, биологической, экономической, социальной и др.), способное нанести вред обществу, окружающей среде, любому объекту защиты.	$A, B, C, \dots$
Риск	Количественная характеристика (мера) возможности реализации конкретной опасности или ее последствий, измеряемая, как правило, в соответствующих единицах.	$R_A, R_B, R_C, \dots$
Управление риском	Разработка комплекса мероприятий (инженерно-технического, экономического, социального и иного характера), позволяющих снизить значение данного риска до допустимого уровня R^*	$R_i \leq R_i^*$ ($i=A, B, \dots$)
Безопасность	Состояние объекта защиты (системы), при котором значения всех рисков не превышают их допустимых уровней	$R_A^*, R_B^*, \dots, R_Z^*$

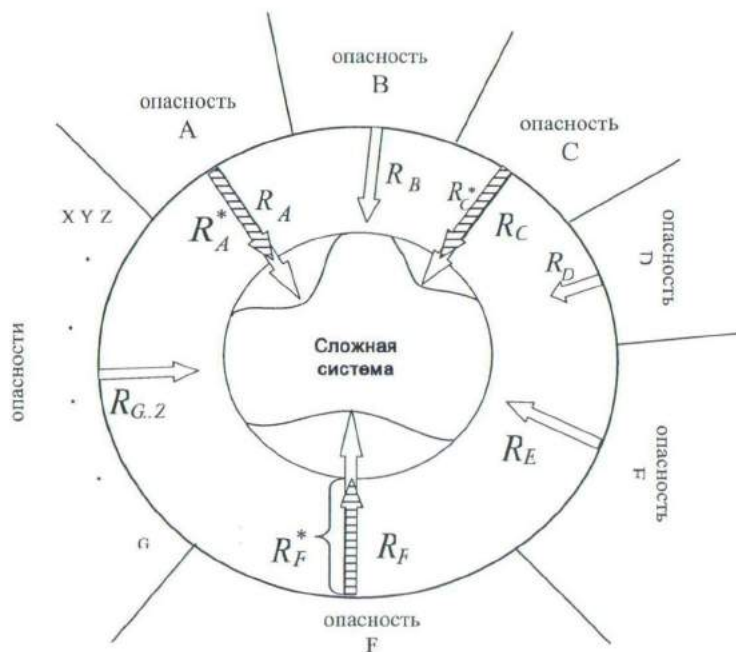


Рис. 1. Схема обеспечения безопасности любой системы



Рис.2. Триада «Опасность – риск – безопасность»

1.3. Виды рисков

Существующие риски разнообразны и могут быть разделены на множество категорий, то есть классифицированы по различным признакам [5]:

- по степени влияния на жизнедеятельность человека, жизнеспособность организации различают следующие виды риска:
 - пренебрежимый (меры защиты принимать не требуется);
 - приемлемый (принимаются меры контроля и защиты на основе принципов обоснования и оптимизации);
 - чрезмерный (деятельность с указанным уровнем риска не допускается);
- по объекту рассматриваются риски:
 - для жизни и здоровья людей – индивидуальный;
 - для общества – социальный;
 - для функционирования и развития (благополучия, жизнеспособности) организаций как социально-экономических систем – предпринимательский, экономический;

- для государства – стратегический;
- для окружающей природной среды как условия развития человечества – экологический риск (связан не с одномоментным ущербом, а с долговременными изменениями среды обитания, приводящими к негативным последствиям для населения и человечества в целом).
- по местоположению источника опасности относительно объекта различают риски:
 - внешние;
 - внутренние.

Для организации к внешним источникам опасности относятся экономическая конъюнктура, конкуренты, а к внутренним – риски, связанные с принимаемыми решениями, противоречиями в руководстве и др. Внутренним источником риска для жизни и здоровья человека является его организм (болезни).

- по субъекту (причине или источнику) различают риски:
 - природа (включая космос) – природные;
 - техносфера – техногенные;
 - общество – социальные;
 - экономика (бизнес) – предпринимательские, экономические.
- по причине возникновения различают риски, связанные с:
 - опасными явлениями;
 - возможными реализациями (сценариями) негативных тенденций развития;
 - нестабильностью условий деятельности организации, приводящей к отклонению фактического результата деятельности от ожидаемого, к ошибочным решениям в рискованных ситуациях.
- по возможности страхования риски делятся на группы:
 - страхуемые, к которым относятся риски, которые могут быть переданы соответствующим страховым организациям;

- нестрахуемые, к которым относятся те их виды, по которым отсутствует предложение соответствующих страховых продуктов на страховом рынке.

Возможна классификация рисков и по другим признакам: цели (мотивированный и немотивированный); результату (оправданный и неоправданный); соответствию реальности (действительный и мнимый). Рассматривают также риски наступления отдельных негативных событий (например, риск смерти, риск аварии, риск банкротства), которые являются мерой возможности наступления этих событий.

Различают также качественные и количественные риски. При этом, чаще всего имеют дело с рисками, поддающимися количественным оценкам. Например, риск потери человеком доброго имени, хорошей репутации вследствие каких-то его неблагоприятных поступков (реализации неправильного поведения) количественно измерить нельзя. В то же время риск политический, связанный с определенными направлениями в текущей или стратегической политике государства, носит прежде всего качественный характер, так как неудачные политические акции, например, на международном уровне могут привести, прежде всего, к потере международного авторитета, престижа, имиджа государства, но могут повлечь за собой и экономические санкции со стороны международного сообщества, и даже военные действия. Здесь уже качественный риск переходит в количественный.

То же самое можно сказать о морально-нравственном риске, связанном с поведением отдельного индивидуума, где сначала может произойти потеря репутации, сопровождающаяся бойкотом, общественной изоляцией и др.

Социальные риски могут быть связаны с потерей жизни, ухудшением здоровья, потерей имущества индивидуума или социума и носят, в целом, количественный характер.

Экономические риски влекут за собой, главным образом, материальные потери и, следовательно, носят количественный характер (хотя и могут сопровождаться потерей деловой репутации фирмы и другими качественными потерями).

Различные области деятельности могут формировать свой понятийный аппарат и классификацию рисков. Например, в страховании под риском часто понимается вид опасности, реализация которой приводит к страховому случаю: пожар, наводнение, ДТП, противоправные действия, авария, несчастный случай и пр. Соответственно, классификация рисков может осуществляться в соответствии с видами страхования – имущественные, финансовые, ответственности и пр.

Для промышленного производства [3] наиболее серьезным и часто встречающимся является риск возникновения отказов машин и оборудования, а в наиболее тяжелых проявлениях – возникновение аварийной ситуации. Это может произойти на промышленных объектах в результате событий различного характера: природного, техногенного и т.д.

Инвестиционные риски связаны с возможностью недополучения или потери прибыли в ходе реализации инвестиционных проектов. Объектом риска в данном случае выступают имущественные интересы лица, осуществляющего вложения своих средств, т.е. инвестора.

Технические риски сопутствуют строительству новых объектов и их дальнейшей эксплуатации. Среди них выделяют строительно-монтажные и эксплуатационные.

Профессиональные риски связаны с исполнением лицами своих профессиональных обязанностей.

Завершая этот параграф, мы хотим сделать следующее замечание. По-видимому, общая теория риска и безопасности, если ее удастся создать, будет иметь весьма своеобразную структуру. Она будет состоять из небольшой общей части, где будут рассматриваться некоторые основные понятия теории и наиболее общие методы, которые она предлагает использовать для рассмотрения своего предмета и решения конкретных проблем и задач. А дальше, в соответствии с бесконечным множеством реальных опасностей, существующих в мире, специалисты будут строить некие частные теории безопасности, учитывающие природу анализируемых опасностей.

В самом деле, проблема взрывобезопасности термоядерного реактора, очевидно, будет решаться совсем другими методами, чем,

например, проблемы безопасности людей и животных от различных заболеваний (здесь тоже имеется множество направлений).

В связи со сказанным, дальнейшее изложение мы посвятим только изучению некоторых методов противостояния пожарной опасности и связанных с ней рисков.

1.4. Пожарные риски

В настоящее время обеспечение безопасности промышленной деятельности все больше основывается на критериях риска. В качестве критерия безопасности чаще всего принимают величины индивидуального и социального риска. В Федеральном законе Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" они трактуются следующим образом [22]:

Пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей (ст. 2);

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий (ст.2);

Индивидуальный пожарный риск - пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара (ст. 2);

Социальный пожарный риск - степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара (ст. 2).

Наиболее простая структура критериев приемлемости риска – это единственный уровень риска, который служит границей между допустимыми и недопустимыми значениями. Такая структура критериев привлекает простотой получения результатов, но пользоваться ими следует с большой осторожностью, поскольку они не отражают погрешностей, присутствующих как при оценке риска, так и при оценке того, что считать допустимым.

В зарубежных странах на сегодняшний день наиболее широкое распространение по обеспечению пожарной и иной безопасности и

управлению риском получил голландский подход. В соответствии с этим подходом всю шкалу значений индивидуального и социального пожарного риска разбивают на три области в соответствии с так называемым принципом «светофора»:

- область недопустимого риска – в этой области риск считается недопустимым, поскольку частота и последствия его возникновения слишком велики. Здесь обязательны меры по снижению риска или соответствующие проектные изменения;
- область пренебрежимо малого риска – в этой области риск считается допустимым, так как или частота возникновения опасных факторов настолько мала, или последствия настолько незначительны, что никаких мер по снижению риска не требуется;
- средняя (промежуточная) область. В этой области риск считается допустимым только тогда, когда приняты меры, позволяющие сделать частоту и последствия аварии «настолько низкими, насколько это практически целесообразно».

Критерии допустимого риска задаются директивно. Например, в Нидерландах максимально допустимое значение индивидуального риска составляет 10^{-6} год⁻¹, социального – 10^{-5} год⁻¹ [19]. В Великобритании надзорный орган (Health and Safety Executive) определил для объектов жилищного и культурно-бытового строительства, расположенных в районах с потенциально опасными предприятиями, зоны, на внешних границах которых устанавливаются следующие значения индивидуального риска:

- внутренняя – 10^{-5} год⁻¹;
- средняя – 10^{-6} год⁻¹;
- внешняя – $3 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹;

В России в [20] указано, что требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей должен быть не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека, а допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих

предельно допустимые значения, в год в расчете на каждого человека. В соответствии со стандартом [21] пожарная безопасность технологических процессов считается безусловно выполненной, если для населения, проживающего вблизи опасного предприятия, индивидуальный риск от этого предприятия меньше 10^{-8} год⁻¹ и социальный риск меньше 10^{-7} год⁻¹. Эксплуатация технологических процессов является недопустимой, если индивидуальный риск больше 10^{-6} год⁻¹ и социальный риск больше 10^{-5} год⁻¹. При промежуточных значениях риска эксплуатация допускается после проведения дополнительного обоснования, в котором будет показано, что предприняты все возможные и достаточные меры для уменьшения пожарной опасности.

В [22] в статье 79 «Нормативное значение пожарного риска для зданий, сооружений и строений» указано, что

1. Индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке.
2. Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.;

В статье 93 «Нормативные значения пожарного риска для производственных объектов»:

1. Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год.
2. Для производственных объектов, на которых обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной миллионной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной десятичной в год. При этом должны быть предусмотрены меры по обучению персонала действиям при пожаре и по социальной защите работников, компенсирующие их работу в условиях повышенного риска.

4. Величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну стомиллионную в год.

5. Величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну десятимиллионную в год.

Однако, регламентирование единого допустимого уровня риска вряд ли возможно. Нецелесообразно устанавливать одинаковые уровни риска для жилой зоны и для территории производственного объекта с технологическими процессами повышенной пожарной и иной опасности. При этом следует отметить, что персонал такого объекта, в отличие от населения, имеет соответствующую подготовку для действий как в нормальных условиях технологического процесса, так и при возникновении аварийных ситуаций. Риск для населения от опасного производственного объекта является вынужденным, а для персонала предприятия – добровольным.

С точки зрения и российских нормативных требований, и передовой международной практики сам по себе факт приемлемости риска опасного предприятия является необходимым, но не достаточным для полной убежденности как владельца предприятия, так и надзорных органов в том, что обеспечен должный уровень безопасности.

В отношении любого опасного объекта правомерен вопрос – а все ли возможные меры предупреждения аварий и действия в чрезвычайных ситуациях предусмотрены для повышения безопасности, снижения уровня риска?

Уровень современных инженерных возможностей таков, что в отношении практически любого опасного объекта можно найти и реализовать дополнительные меры безопасности, которые снижают риск до сколь угодно малого уровня, речь идет лишь о стоимости этих мер. Поэтому правильная формулировка вопроса предполагает установление некоего баланса между теми средствами, которые затрачиваются на

обеспечение безопасности, и тем повышением безопасности, которое обусловлено реализацией этой меры. Принцип формирования системы снижения потенциально негативного воздействия аварий на население, территорию и окружающую среду, при котором время, усилия, сложность и стоимость мер по уменьшению риска сбалансированы пропорционально ожидаемому предотвращению убытков, получил название принципа «разумной достаточности» – риск «настолько низкий, насколько это практически целесообразно».

Применение критериев риска для нормирования уровня безопасности наиболее целесообразно для достаточно сложных и крупных производственных объектов, имеющих высокий уровень опасности. В то же время для относительно небольших объектов может быть реализован так называемый принцип «презумпции соответствия». Суть указанного принципа в том, что если на объекте имеется относительно небольшое количество опасных веществ и материалов, не превышающее порогового значения (относительно небольшой объект), и он отвечает всем требованиям существующих нормативных документов (НПБ, СНиП и т.п.), пусть даже носящих рекомендательный характер, то принимается без расчетов, что объект отвечает установленным критериям риска. Если объект относительно небольшой (в свете данного выше определения), но имеет определенные отступления от положений нормативных документов, то «презумпцией соответствия» является разработка специальных технических условий и их согласование в установленном порядке. И лишь при наличии на объекте количества опасных веществ, превышающих пороговое значение, следует выполнять количественную оценку риска. Данный подход может быть использован для обеспечения безопасности производственных объектов.

1.5. Локальные и интегральные риски

Как отмечено выше, вся современная теория риска и безопасности исследует, главным образом, только техногенные риски разнообразных промышленных объектов (ТЭЦ, АЭС, НПЗ и др.). При этом, оценивается опасность, прежде всего, зданий, сооружений и технологий данного

объекта защиты, затем – территории этого объекта и прилегающей к ней селитебной территории.

Однако, не меньший интерес представляет оценка комплексной безопасности таких объектов защиты как города, особенно крупные и крупнейшие, мегаполисы и агломерации (то есть урбанизированные территории), регионы, страны, континенты и вся планета в целом.

Для этих объектов защиты должна быть введена совсем иная система рисков, а привычные понятия, например, индивидуальные и социальные риски, приобретут новые смысловые значения в отличие от промышленных и подобных им сравнительно небольших объектов защиты. В связи с этим, введем условные понятия локальных и интегральных рисков.

Локальные риски характеризуют опасности, угрожающие таким объектам защиты как предприятия, транспортные средства и т.п.

Интегральные риски характеризуют комплекс опасностей, угрожающих таким большим и сложным объектам защиты как города, регионы, страны, включающим в себя как элементы здания, сооружения, различные предприятия, транспортные сети и т.д., то есть они учитывают и «суммируют» все локальные риски, присущие этим системам.

Исторически сначала рассматривались только локальные экономические риски для небольших объектов (потеря корабля при кораблекрушении, потеря имущества при пожаре и т.д.). Именно для этих случаев и сформировалось определение риска как произведение частоты случаев гибели кораблей на их среднюю стоимость или частоты пожаров на среднюю стоимость сгоревшего (вместе с имуществом) дома и пр.

Так продолжалось практически до середины XX в., когда риски изучались, анализировались и оценивались, главным образом, для экономических систем, в области экономической теории (проблемы страхования, инвестирования, развития бизнеса и др.).

Однако во второй половине XX в. выяснилось, что методология рисков может быть очень полезна при анализе и обеспечении безопасности практически любых систем (социальных, технических, биологических, экологических и др.). По существу с этого времени и началось развитие

общей теории риска и безопасности, в которой свое место должны найти и понятия локальных и интегральных рисков, позволяющие четко различать смысловые оттенки многих понятий, уже принятых в этой теории.

При анализе и оценке интегральных рисков, связанных с большими и сложными социально-экономическими системами, как правило, удается воспользоваться репрезентативными статистическими массивами данных, чего почти никогда нельзя сделать при изучении локальных рисков, так как для их оценки отсутствует необходимая представительная статистика и приходится использовать комплекс других методов и теорий (теории прочности, надежности, имитационного моделирования и пр.).

К основным интегральным пожарным рискам (далее пожарным рискам) будем относить следующие:

- риск R_1 для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени. В настоящее время удобно этот риск измерять в единицах $\left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$;
- риск R_2 для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой). Здесь единица измерения имеет вид $\left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$;
- риск R_3 для человека погибнуть от пожара за единицу времени $\left[\frac{\text{жертва}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$.

Очевидно, что эти риски связаны соотношением

$$R_3 = R_1 \cdot R_2 .$$

Риск R_1 характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски R_2 и R_3 – некоторые последствия этой реализации.

В качестве пожарных рисков, характеризующих материальный ущерб от пожаров, можно использовать, например, следующие риски:

- риск R_4 уничтожения строений в результате пожара, $\left[\frac{\text{уничт. строение}}{\text{пожар}} \right]$;

- риск R_s прямого материального ущерба от пожара, $\left[\frac{\text{денежная единица}}{\text{пожар}} \right]$ (здесь под денежной единицей не обязательно понимать рубль).

Кроме вышеперечисленных пожарных рисков можно рассматривать риски травмирования при пожарах как гражданских лиц, так и пожарных (причем возможна детализация рисков по видам травм); риски возникновения пожаров по различным причинам (молния, поджог, короткое замыкание в электросети, печное отопление, игры детей и пр.); риски возникновения и развития пожаров в зданиях различного назначения, различной этажности, разной степени огнестойкости и пр.

Все эти пожарные риски представляют интерес, в частности, для страховых компаний, для фирм, производящих противопожарное оборудование, для проектировщиков зданий и сооружений и других специалистов.

Уже из приведенного перечня видно, что существуют десятки пожарных рисков, характеризующих те или иные аспекты пожарной опасности.

К этим рискам, по нашему мнению, необходимо добавить еще множество других рисков, характеризующих эффективность противопожарного оборудования, обоснованность противопожарных норм, эффективность организации противопожарных служб в городах и др.

Здесь речь идет, например, о рисках несрабатывания пожарной сигнализации, пожарной автоматики, нехватки воды для пожаротушения, позднего прибытия пожарных автомобилей к месту пожара и многих других.

Перечень пожарных рисков, характеризующих возникновение пожара, его развитие, перерастание в крупный или катастрофический, а также его последствия представлен в табл. 2. В нижней части таблицы перечислены в самом общем виде методы оценки этих рисков.

Пожарные риски, во-первых, характеризуют возможность реализации пожарной опасности в виде пожара и, во-вторых, содержат

Таблица 2

Пожарные риски

Риски возникновения пожара R_1 $\Rightarrow$	Риски развития пожара $\Rightarrow$	Риски крупного и катастрофического пожара $\Rightarrow$	Риски последствий пожара $R_2, R_3, \dots$
- В целом по стране - В регионе - В городе - В селе с учетом климатич. и др. условий - На конкретном объекте $\Rightarrow$ - От конкретной причины	- Несрабатывание пожарной сигнализации - Несрабатывание пожарной автоматики (системы пожаротушения) - Несрабатывание первичных средств тушения - Позднее прибытие пожарных подразделений - Нехватка сил и средств - Нехватка средств тушения (воды и пр.) и др.	$R_{кр.} = \alpha \cdot 10^{-4} \cdot R_1,$ $3 \leq \alpha \leq 7$ $R_{кат.} = \beta \cdot 10^{-4} \cdot R_1,$ $4 \leq \beta \leq 10$	- Погибнуть при пожаре - Погибнуть от пожара в ед. времени - Получить травму при пожаре - Получить травму от пожара в ед. времени - Материальный ущерб в ден.ед. - Потеря строения и др.
Методы оценки рисков: статистики, теории вероятностей, исследование операций, теорий прочности и пр.	Методы оценки рисков: теории надежности, математического моделирования (аналитического и имитационного) деятельности противопожарной службы	Методы оценки рисков: статистики, математического моделирования, теории вероятностей	Методы оценки рисков: статистики, моделирования пожаров и др.

оценки его возможных последствий. Следовательно, при их определении необходимо знать частотные характеристики возникновения пожара на том или ином объекте, а также предполагаемые размеры его социальных, экономических и экологических последствий. Отсюда следует, что во многих случаях пожарные риски можно оценивать статистическими или вероятностными методами.

Первые задачи с учетом пожарных рисков были решены в нашей стране в середине 1970-х годов [17], а систематическое изучение пожарных рисков относится к началу 1990-х годов [18].

1.6. Пожарный риск как функция многих переменных

Для выработки долгосрочной стратегии управления пожарными рисками (а, значит, пожарной опасностью) прежде всего необходимо выяснить, где и по каким причинам возникают пожары и где при пожарах гибнут люди. Можно поставить эти вопросы несколько по-другому: с какими факторами связаны риски возникновения пожаров и их последствий?

В табл. 3 представлено распределение пожаров в России по видам объектов пожаров [15]. Здесь нужно отметить, что действующие в нашей стране правила учета пожаров не учитывают пожары мусора, свалок, кустов, травы (их учитывают как загорания). Лесные пожары входят в отдельную статистику и в общую сводку пожаров не попадают.

Из таблицы следует, что 71,9 % учтенных пожаров, 90,6 % погибших при них людей и 42,9 % прямого материального ущерба приходится на здания жилого сектора. На все остальные здания (включая строящиеся) приходится 10 % всех учтенных пожаров, 5 % всех жертв пожаров и 38 % прямого материального ущерба от пожаров.

Следовательно, в 2009 г. в России в зданиях всего произошло 82 % всех пожаров, при которых погибло 96 % всех жертв пожаров и прямой ущерб от них составил 81 % всего ущерба.

Если сюда добавить пожары на транспорте, то получим почти 94 % всех пожаров, 98 % всех погибших и 93 % прямого материального ущерба всех зарегистрированных в 2009 г. пожаров в России.

В табл. 4 представлено распределение пожаров в России в 2009 году по причинам их возникновения, причем каждой причине поставлен в соответствие фактор, который ее обуславливает. Например, почти половина (42,9 %) всех пожаров в России в 2009 году произошла по причине неосторожного обращения людей с огнем. По этой же причине в этих пожарах погибло 69,8 % всех жертв пожаров в нашей стране, а прямой материальный ущерб от таких пожаров превысил четверть (27,9 %) общего ущерба от всех пожаров. Все эти пожары произошли по вине «человеческого фактора», то есть социального.

В обобщенном виде данные табл.4 отражены в рис 4. Из этих рисунков следует, например, что 59 % всех пожаров в России возникли из-за «человеческого фактора» (то есть по причинам, обусловленным социальным фактором). В силу действия этого же фактора при пожарах погибло 54 % всех жертв пожаров. Он же привел к 74 % суммарного (прямого) материального ущерба от пожаров.

К природным причинам пожаров относятся энергия Солнца, удары молнии, самовозгорание и т.п. К техногенным причинам относятся неисправности в элетросетях, электроприборах, системах отопления, других инженерных сетях и приборах, которые повлекли за собой возникновение пожара и его последствий. К социальным причинам пожаров относятся поджоги, небрежность при курении, обращении с открытым пламенем, детские игры с источниками воспламенения, нарушение правил пожарной безопасности в быту и на производстве и др., где виновником пожара является человек

Среди техногенных причин пожаров также достаточно велико влияние «человеческого фактора», потому как именно люди допускают небрежность или неграмотность при монтаже, установке и эксплуатации различных приборов и инженерных систем.

Все основные пожарные риски зависят, прежде всего, от природных, техногенных и социальных факторов. Говоря иными словами, они являются и для отдельной страны, и для всей планеты случайными функциями многих переменных, таких как уровни энергопотребления, потребления алкоголя, табака, наркотиков, климатические и другие условия, национальные, культурно-исторические особенности той или иной страны, континента и пр.

Таблица 3

Распределение пожаров и их последствий по видам объектов в РФ в 2009 г.

Объект пожара	Количество пожаров, ед.	% от общего количества пожаров	прямой материальный ущерб, тыс.руб.	% от общего ущерба	Погибло, чел.	% от общего количества погибших
Здание производственного назначения	5863	3,126	2436297	21,764	222	1,592
Здание торгового предприятия	4983	2,657	1162015	10,381	37	0,265
Здание образовательного учреждения	353	0,188	16289	0,146	4	0,029
Здание детского учреждения	89	0,047	3656	0,033	0	0,000
Здание культурно-зрелищного учреждения	377	0,201	57203	0,511	102	0,731
Здание лечебно-профилактического учреждения	355	0,189	48186	0,430	30	0,215
Здание административно-общественного учреждения	2329	1,242	248610	2,221	96	0,688
Здание жилого сектора	134904	71,922	4801714	42,896	12637	90,614
Здание сельскохозяйственного назначения	933	0,497	105376	0,941	35	0,251
Строящееся здание	1152	0,614	92384	0,825	56	0,402
Сооружение, установка	1338	0,713	132735	1,186	63	0,452
Место открытого хранения материалов, сельскохозяйственные угодья	3769	2,009	335541	2,998	25	0,179
Транспортное средство	23296	12,420	1643309	14,680	152	1,090
Неэксплуатируемое здание	2732	1,457	65394	0,584	154	1,104
Человек	2613	1,393	775	0,007	249	1,785
Прочий объект	2472	1,318	43921	0,392	83	0,595
Итого	187558	100,000	11193405	100,000	13945	100,000

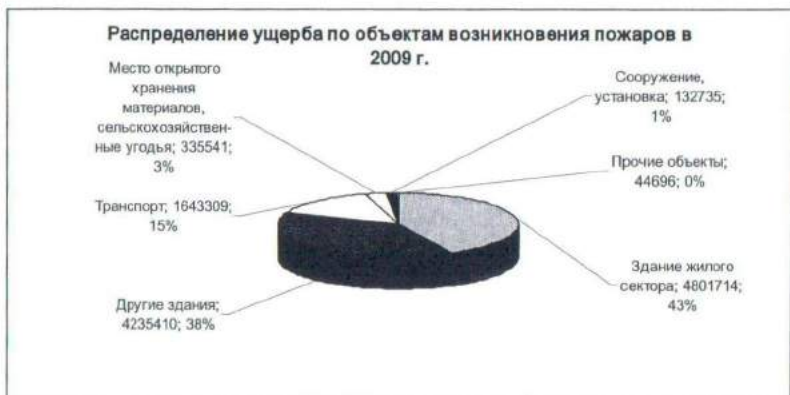
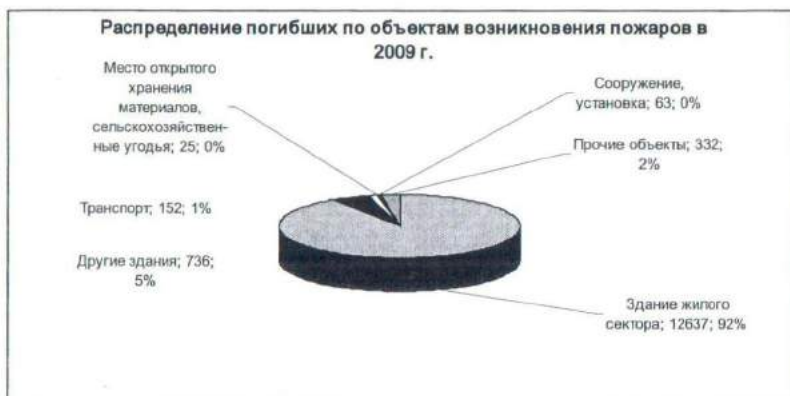
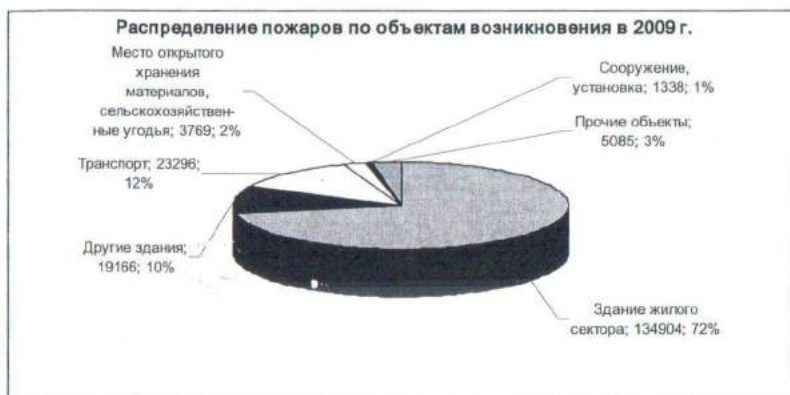


Рис. 3. Распределение пожаров, погибших и ущерба от пожаров по объектам возникновения в 2009 г.

Таблица 4

Распределение пожаров и их последствий по причинам из возникновения в 2009 г.

Причина пожара	Количество пожаров, ед.	% от общего количества пожаров	Прямой мат. ущерб, тыс.руб.	% от общего ущерба	Количество погибших, чел.	% от общего количества погибших	Фактор
Установленный поджог	17682	9,4	2109089	18,8	304	2,2	Социальный
Неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства	986	0,5	182708	1,6	18	0,1	Техногенный, Социальный
Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования	41255	22,0	3217809	28,7	2015	14,5	Техногенный, Социальный
Нарушение правил пож. безопасности при проведении электрогазосварочных работ	1354	0,7	111058	1,0	16	0,1	Социальный
Взрыв	163	0,1	23525	0,2	41	0,3	Техногенный, Социальный
Самовозгорание веществ и материалов	496	0,3	32551	0,3	3	0,0	Природный
Нарушение правил устройства и эксплуатации печей	24872	13,3	832083	7,4	1118	8,0	Техногенный, Социальный
Нарушение правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих установок	1155	0,6	115856	1,0	77	0,6	Техногенный, Социальный
Нарушение правил эксплуатации бытовых газовых устройств	1931	1,0	66988	0,6	240	1,7	Социальный
Неосторожное обращение с огнем	80392	42,9	3125221	27,9	9624	69,0	Социальный
Грозовой разряд	701	0,4	203870	1,8	9	0,1	Природный
Неустановленная причина	1640	0,9	264310	2,4	123	0,9	Техногенный, Социальный
Прочая причина	5119	2,7	335926	3,0	303	2,2	Техногенный, Социальный
Нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств	9758	5,2	572425	5,1	53	0,4	Социальный
Итого	187504	100	11193419	100	13944	100	

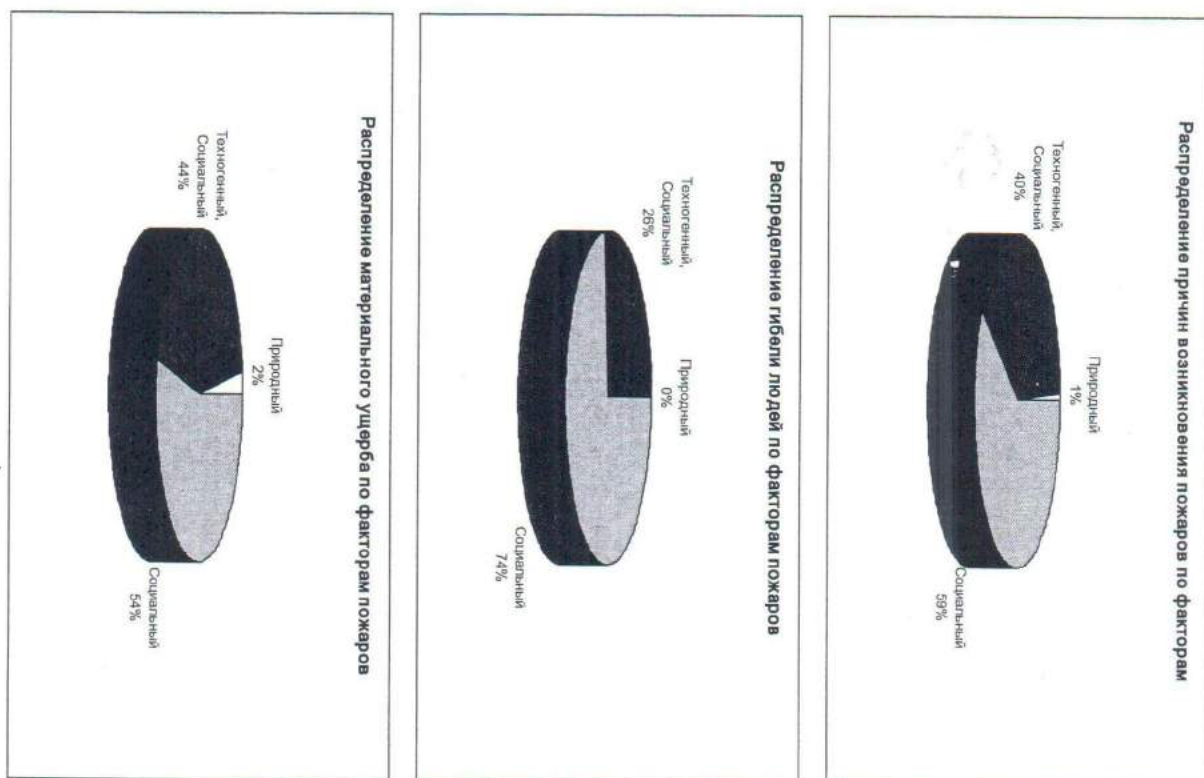


Рис. 4. Распределение пожаров, погибших и материального ущерба по факторам пожара в 2009 г.

Формально это можно записать:

$$R = \varphi(S, T, N),$$

где S – социальные факторы и причины пожаров, T – техногенные и N – природные факторы и причины пожаров (факторы проранжированы по степени их значимости).

Очевидно, что большинство из этих факторов и причин зависят от времени. Следовательно, все пожарные риски, в конечном счете, являются функциями времени τ :

$$R = \varphi[S(\tau), T(\tau), N(\tau)] = F(\tau).$$

Схематично это представлено на рис. 5.

Управление пожарными рисками означает, что воздействуя на указанные факторы, необходимо понизить значения рисков до приемлемых.

Зависимость пожарных рисков от времени позволяет проследивать их динамику, обусловленную, в частности, управлением этими рисками (то есть оценивать эффективность управления рисками).

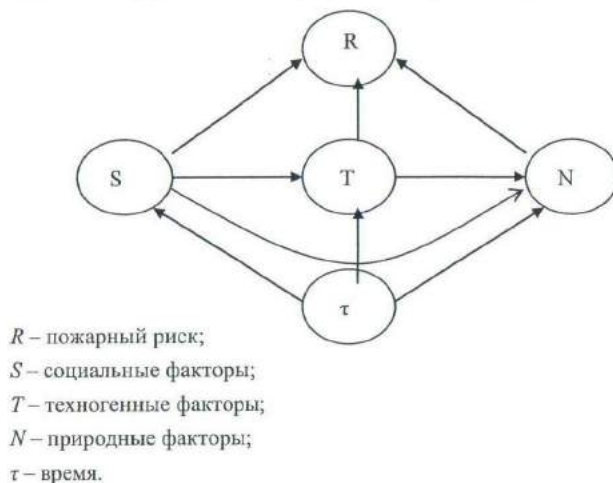


Рис. 5. Риск как функция нескольких переменных

$$R = \varphi[S(\tau), T(\tau), N(\tau)] = F(\tau).$$

1.7. Детализация пожарных рисков

Основные пожарные риски (как и многие другие) можно детализировать, чтобы получить новую полезную информацию об уровне пожарной опасности в стране, регионе и т.д. Например, очень важно знать какова обстановка с пожарами в городах и сельской местности, каков риск гибели при пожарах детей и взрослых (причем также отдельно в городах и в сельской местности).

Схема детализации основных пожарных рисков представлена на рис. 6, где факторы, порождающие риски, изображены в виде прямоугольников, а связанные с ними риски обведены кругами. При этом, $Q_{\text{насел.}}$ - численность населения страны (региона), $N_{\text{пож.}}$ - число погибших при пожарах людей и т.д.

Рассмотрим следующие очевидные и очень полезные соотношения между факторами $Q_{\text{насел.}}$, $N_{\text{пож.}}$ и числом погибших при пожарах людьми $M_{\text{гиб.}}$ и основными пожарными рисками R_1 , R_2 и R_3 :

$$Q_{\text{насел.}} = Q_{\text{насел.}}^{\text{город}} + Q_{\text{насел.}}^{\text{село}} \quad (1)$$

$$N_{\text{пожары}} = N_{\text{пож.}}^{\text{город}} + N_{\text{пож.}}^{\text{село}} \quad (2)$$

$$M_{\text{гибель}} = M_{\text{гибель}}^{\text{город}} + M_{\text{гибель}}^{\text{село}} \quad (3)$$

$$R_1 = \frac{N_{\text{пож.}}}{Q_{\text{насел.}}}; \quad R_1^{\text{город}} = \frac{N_{\text{пож.}}^{\text{город}}}{Q_{\text{насел.}}^{\text{город}}}; \quad R_1^{\text{село}} = \frac{N_{\text{пож.}}^{\text{село}}}{Q_{\text{насел.}}^{\text{село}}} \quad (4)$$

$$R_2 = \frac{M_{\text{гибель}}}{N_{\text{пож.}}}; \quad R_2^{\text{город}} = \frac{M_{\text{гибель}}^{\text{город}}}{N_{\text{пож.}}^{\text{город}}}; \quad R_2^{\text{село}} = \frac{M_{\text{гибель}}^{\text{село}}}{N_{\text{пож.}}^{\text{село}}} \quad (5)$$

$$R_3 = \frac{M_{\text{гибель}}}{Q_{\text{насел.}}}; \quad R_3^{\text{город}} = \frac{M_{\text{гибель}}^{\text{город}}}{Q_{\text{насел.}}^{\text{город}}}; \quad R_3^{\text{село}} = \frac{M_{\text{гибель}}^{\text{село}}}{Q_{\text{насел.}}^{\text{село}}} \quad (6)$$

Выявим связи между некоторыми рисками. Во-первых, во всех случаях для однотипных рисков имеем

$$R_3 = R_1 \cdot R_2 \quad (7)$$

Далее, пусть α – доля горожан, $1-\alpha$ – доля сельских жителей в общей численности населения $Q_{\text{насел.}}$ в какой-то момент (период) времени t .

Тогда из (1)

$$Q_{\text{насел.}}^{\text{гор.}} = \alpha Q_{\text{насел.}} \text{ и } Q_{\text{насел.}}^{\text{сел.}} = (1 - \alpha) Q_{\text{насел.}} \quad (8)$$

Поэтому

$$Q_{\text{насел.}} = \alpha Q_{\text{насел.}} + (1 - \alpha) Q_{\text{насел.}} \quad (1')$$

Из (4) имеем

$$N_{\text{пож.}} = R_1 \cdot Q_{\text{насел.}}; N_{\text{пож.}}^{\text{город.}} = R_1^{\text{гор.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{гор.}}; N_{\text{пож.}}^{\text{село.}} = R_1^{\text{село.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{сел.}}$$

Подставляя эти соотношения в (2) и используя (8), получим

$$\begin{aligned} N_{\text{пож.}} &= R_1 \cdot Q_{\text{насел.}} = R_1^{\text{гор.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{гор.}} + R_1^{\text{село.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{сел.}} = \\ &= R_1^{\text{гор.}} \cdot \alpha Q_{\text{насел.}} + R_1^{\text{село.}} (1 - \alpha) Q_{\text{насел.}} = Q_{\text{насел.}} [\alpha \cdot R_1^{\text{гор.}} + (1 - \alpha) \cdot R_1^{\text{село.}}] \end{aligned} \quad (8')$$

Отсюда

$$R_1 = \alpha R_1^{\text{гор.}} + (1 - \alpha) R_1^{\text{село.}} \quad (9)$$

Рассуждая аналогичным образом и используя соотношения (3) и (6), будем иметь:

$$\begin{aligned} M_{\text{гибель}} &= R_3 \cdot Q_{\text{насел.}} = R_3^{\text{гор.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{гор.}} + R_3^{\text{село.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{сел.}} = \\ &= R_3^{\text{гор.}} \cdot \alpha Q_{\text{насел.}} + R_3^{\text{село.}} (1 - \alpha) Q_{\text{насел.}} = Q_{\text{насел.}} [\alpha \cdot R_3^{\text{гор.}} + (1 - \alpha) \cdot R_3^{\text{село.}}]. \end{aligned}$$

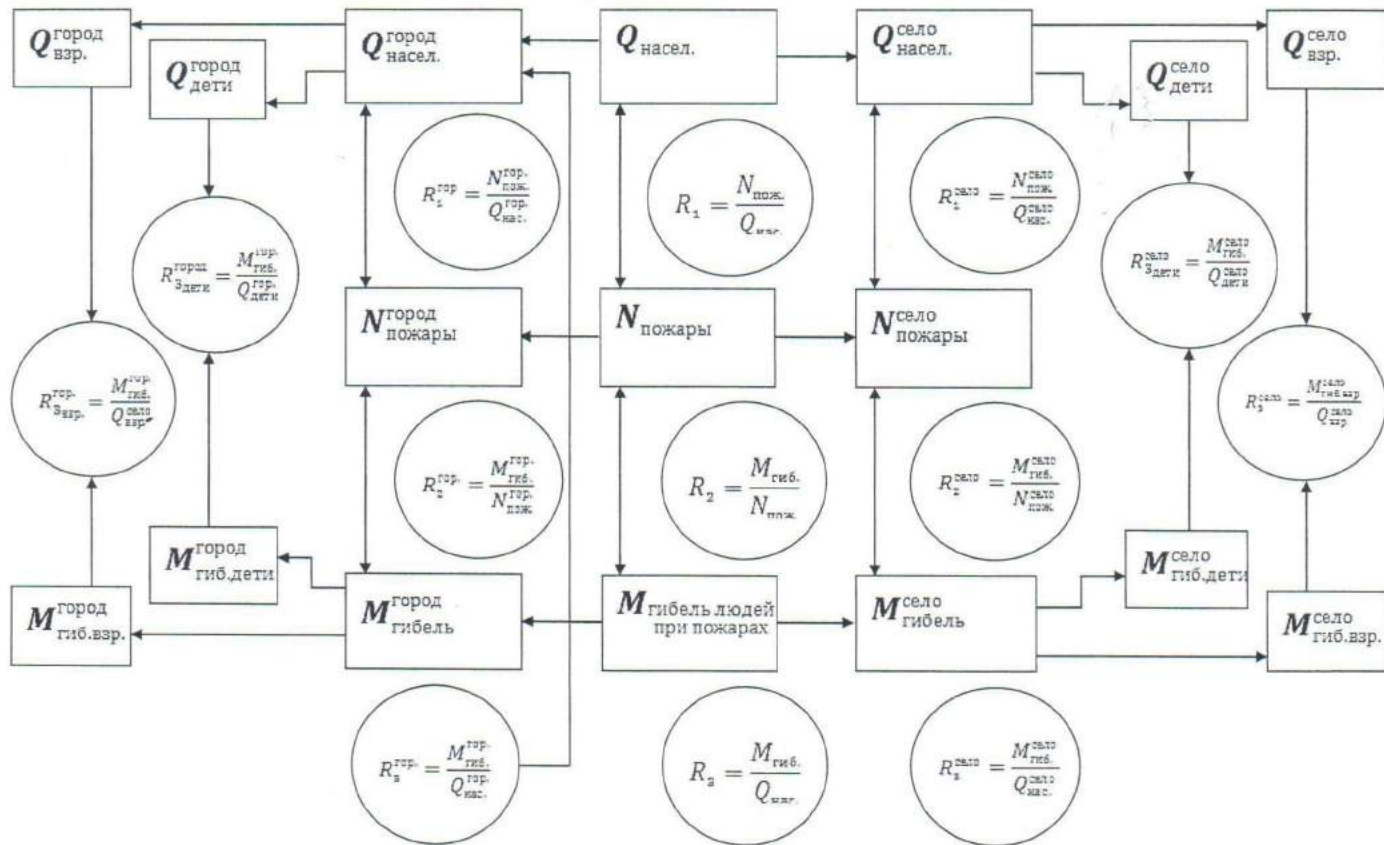
Следовательно,

$$R_3 = \alpha R_3^{\text{гор.}} + (1 - \alpha) R_3^{\text{село.}} \quad (10)$$

Очевидно, для риска R_2 эта схема не проходит.

До сих пор мы рассматривали связи между основными пожарными рисками R_1 , R_2 , R_3 , вычисленными для населения страны (региона) в целом и ее городских и сельских жителей. Это позволяет нам оценить уровень пожарной опасности в стране в целом, а также в ее городах и сельской местности в отдельности в тот или иной момент (период) времени.

Детализация основных пожарных рисков



Не меньший интерес представляют связи между рисками R_3 гибели при пожарах людей в целом и отдельно взрослых и детей (причем здесь тоже полезно отдельно рассмотреть эти риски как в городах, так и в сельской местности).

Рассмотрим следующие соотношения:

$$Q_{\text{насел.}}(\tau) = Q_{\text{взр.}}(\tau) + Q_{\text{дети}}(\tau). \quad (11)$$

Пусть β – доля взрослых в общей численности населения в момент (период) времени τ и $(1-\beta)$ – доля детей.

Тогда (11) можно записать в виде

$$Q_{\text{насел.}}(\tau) = \beta Q_{\text{насел.}}(\tau) + (1-\beta) Q_{\text{насел.}}(\tau) \quad (12)$$

Выражения для рисков R_3 таковы:

$$R_2 = \frac{M_{\text{гиб.}}}{Q_{\text{насел.}}}; \quad R_2^{\text{взр.}} = \frac{M_{\text{гиб.}}^{\text{взр.}}}{Q_{\text{насел.}}^{\text{взр.}}}; \quad R_2^{\text{дети}} = \frac{M_{\text{гиб.}}^{\text{дети}}}{Q_{\text{насел.}}^{\text{дети}}}, \quad (13)$$

$$\text{причем} \quad M_{\text{гиб.}} = M_{\text{гиб.}}^{\text{взр.}} + M_{\text{гиб.}}^{\text{дети}} \quad (14)$$

в тот или иной момент (период) времени τ .

Из (13) и (14) получим

$$M_{\text{гиб.}}(\tau) = R_2 Q_{\text{насел.}}(\tau) = R_2^{\text{взр.}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{взр.}} + R_2^{\text{дети}} \cdot Q_{\text{насел.}}^{\text{дети}}.$$

Отсюда, учитывая (11) и (12), имеем:

$$R_2 = \beta R_2^{\text{взр.}} + (1-\beta) R_2^{\text{дети}}. \quad (15)$$

Рассуждая аналогичным образом, можно получить дальнейшую детализацию рисков R_2 для взрослых и детей отдельно в городах и сельской местности.

Разумная оценка и анализ всех этих рисков позволяют составить детальную и обоснованную программу управления ими, что будет способствовать реальному снижению уровня пожарной опасности как для детей, так и для взрослых в городах и сельской местности любой страны (региона).

Все эти соотношения будут использованы нами в дальнейших главах книги.

В заключение этого раздела рассмотрим один пример, иллюстрирующий сказанное выше. В России в 2009 г. население

насчитывало 141,8 млн. чел., из которых взрослые составляли примерно 115,8 млн. чел. и дети – 26 млн. чел. (т.е. $\beta = 0,82$ и $1 - \beta = 0,18$). В этом году при пожарах погибли 13946 чел. из которых взрослые составили 13380 чел. и дети – 566 чел. (следовательно, из всех жертв пожаров дети составили 4,1%).

Из этих данных получаем: $R_a = \frac{13946}{141800000} = 9,83 \cdot 10^{-5} \approx 1 \cdot 10^{-4}$
(т.е. из каждых 10000 россиян в течение года один погибал при пожаре).
Далее,

$$R_a^{\text{взр.}} = \frac{13380}{115800000} = 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ и } R_a^{\text{дети}} = \frac{566}{26000000} = 2,18 \cdot 10^{-5}.$$

Проверим справедливость соотношения (15):

$$R_a = 0,82 \cdot 1,16 \cdot 10^{-4} + 0,18 \cdot 2,18 \cdot 10^{-5} = 9,51 \cdot 10^{-5} + 3,92 \cdot 10^{-6} \approx 9,9 \cdot 10^{-5}$$

Получили вполне удовлетворительное совпадение с ранее полученным результатом (с учетом погрешностей при округлении слагаемых).

1.8. Городские и сельские пожарные риски, комплексный показатель пожарной опасности сельской местности

В 2009 г. в России насчитывалось 141,9 млн.чел., из которых 27 % проживали в сельской местности. В том году в России было зарегистрировано 187,6 тыс. пожаров (116,5 тыс. пожаров в городах, то есть 62 % всех пожаров, и 71,0 тыс. пожаров (38 %) в сельской местности). При пожарах всего погибло 13946 чел. (7363 чел., то есть 53 % всех жертв, погибли в городах и 6583 чел (47 %) – в сельской местности) [15].

Таким образом, в сельской местности России проживало чуть больше четверти ее населения, на которые пришлось более трети всех пожаров в стране и более 45 % всех жертв пожаров. Отсюда следует, что обстановка с пожарами в сельской местности России была намного хуже, чем в городах.

Однако, Россия имеет огромную, территорию, состоит из 8 федеральных округов и 83 субъектов Федерации с различными социально-

экономическими, климатическими и культурно-историческими характеристиками и особенностями. Естественно предположить, что в каждом из округов и субъектов РФ может быть своя обстановка с пожарами в городах и сельской местности. [16].

Рассмотрим обстановку с пожарами в стране, в городах и в сельской местности с точки зрения пожарных рисков (табл.5).

Проведем теперь сравнительный анализ этих рисков (табл. 6).

Из табл. 5 видим, что в 2009 г. в России на каждую 1000 чел. приходилось в среднем 1,32 пожара (риск R_1 для человека оказаться в условиях пожара); при каждых 100 пожарах погибало в среднем 7,43 чел. (риск R_2 погибнуть при пожаре); на каждые 100000 чел. за год пришлось в среднем 9,83 жертв пожара (риск R_3 погибнуть от пожара за год). Значения аналогичных рисков для городов и сельской местности тоже приведены в табл. 5.

Из табл. 6 следует, что риск R_1 в сельской местности в 2009 г. был в 1,66 раза выше, чем в городах; примерно такое же соотношение имеем для рисков R_2 , а значение риска R_3 в сельской местности было в 2,45 раз больше, чем в городах.

Таблица 5
Основные пожарные риски в России в 2009 г.

Пожарные риски	$R_1 \cdot 10^3$	$R_2 \cdot 10^2$	$R_3 \cdot 10^5$
Россия в целом, R_i	1,32	7,43	9,83
Города России, R_i^g	1,12	6,32	7,10
Сельская местность, R_i^c	1,86	9,26	17,23

Таблица 6
Сравнительный анализ основных пожарных рисков в России в 2009 г.

Отношения рисков	$\frac{R_1^c}{R_1^g}$	$\frac{R_2^c}{R_2^g}$	$\frac{R_3^c}{R_3^g}$
Значения	1,66	1,46	2,45

Представляется целесообразным попытаться сконструировать ориентировочный комплексный показатель пожарной опасности сельской

местности на национальном, региональном, местном уровнях. Учитывая, что отношения одинаковых рисков являются безразмерными величинами, такой комплексный показатель пожарной опасности сельской местности можно представить в виде произведения:

$$\prod_{i=1}^3 \frac{R_i^c}{R_i^e} = \frac{R_1^c}{R_1^e} \cdot \frac{R_2^c}{R_2^e} \cdot \frac{R_3^c}{R_3^e} = \left(\frac{R_3^c}{R_3^e} \right)^2 = K_{no}^c \quad (16)$$

Выражение (16) теоретически может принимать значение от 0 (если пожаров или их жертв в сельской местности вообще нет) до достаточно больших положительных значений (при этом, чем больше значение K_{no}^c , тем выше пожарная опасность сельской местности).

Очевидно, что если пожарные риски в городах и сельской местности одинаковы ($R_1^c = R_1^e$, $R_2^c = R_2^e$, $R_3^c = R_3^e$), что в принципе вполне может быть в отдельных случаях, то $K_{no}^c = 1$. Кроме того, если принимать в рассмотрение новые пожарные риски (например, риск ущерба), то число сомножителей в формуле (16) увеличится. Вычислим комплексный показатель пожарной опасности сельской местности России в 2009 г. (использовав данные табл. 6):

$$K_{no}^c = 1,66 \cdot 1,46 \cdot 2,45 = 5,89 \quad (17)$$

Это значение можно интерпретировать (с достаточной долей условности) таким образом: обстановка с пожарами в сельской местности России в 2009 г. была в 5,9 раза хуже, чем в городах. При всей его условности этот показатель удобен для анализа и сравнения обстановки с пожарами в сельской местности различных регионов России (и любой другой страны).

В заключение еще раз заметим, что если выполняется неравенство $0 \leq K_{no}^c < 1$, то обстановка с пожарами в сельской местности лучше, чем в городах; если $K_{no}^c = 1$, то обстановка с пожарами одинакова и в городах, и в сельской местности; если $K_{no}^c > 1$, то обстановка с пожарами в сельской местности хуже, чем в городах.

Динамика комплексного показателя в России за последние 5 лет представлена на рис. 7.

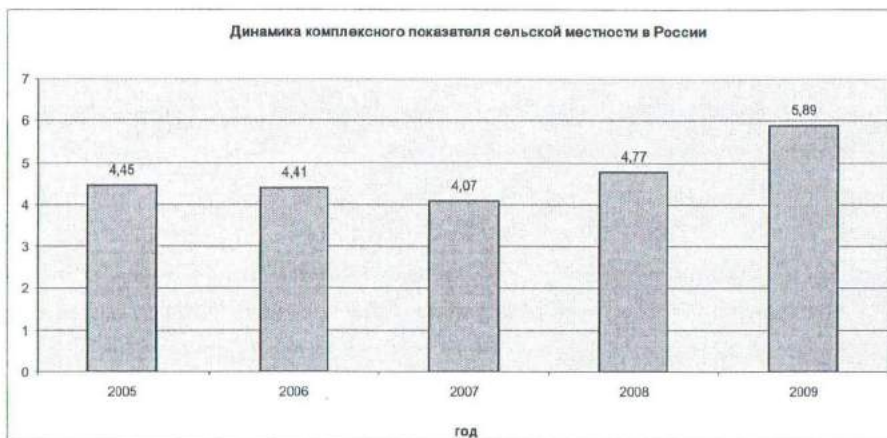


Рис.7. Динамика комплексного показателя пожарной опасности сельской местности за период с 2005 по 2009 гг.

Используем этот подход к анализу обстановки с пожарами в сельской местности федеральных округов России [15]. Исходные данные и результаты представим в табл. 7, 8.

Для удобства анализа добавим к этим таблицам заключительную табл. 9.

Табл. 8 построена по данным, представленным в табл. 7, а табл. 9 (вместе с табл. 8) позволяет получить обобщенное представление об обстановке с пожарами в сельской местности России в 2009 г. на уровне ее федеральных округов.

Из табл. 5 видим, что доля сельского населения в федеральных округах России колеблется от 17,6 % (Северо-Западный округ) до 43,2% (Южный округ), а в целом по России она составляет около 27%.

При этом, наиболее благополучное положение с пожарами в сельской местности сложилось именно в Южном округе; наиболее сложное – в Центральном и Северо-Западном округах (в них доля сельского населения не превышает 20%); относительно благополучной можно назвать обстановку с пожарами в Дальневосточном и Сибирском округах.

Таблица 7

Обстановка с пожарами в Федеральных округах России в 2009 г.

Федеральный округ	Население, тыс.			Доля сельского населения, %	Число пожаров			Число жертв пожаров		
	общее	городское	сельское		общее	в городах	в сельской местности	общее	в городах	в сельской местности
Центральный	37 121	29 994	7 127	19,2	44904	26708	18196	3307	1606	1701
Северо-Западный	13 462	11 098	2 363	17,6	21673	14480	7193	1664	909	755
Южный	22 901	13 002	9 898	43,2	18367	10366	8001	1387	639	748
Приволжский	30 157	21 188	8 969	29,7	36057	20055	16002	3228	1592	1636
Уральский	12 254	9 766	2 488	20,3	17276	11903	5373	1325	850	475
Сибирский	19 545	13 842	5 702	29,2	30362	18604	11758	2097	1194	903
Дальневосточный	6 460	4 797	1 662	25,7	17909	13471	4438	887	525	362

Таблица 8

Значения основных пожарных рисков по федеральным округам России в 2009 г.

Федеральный округ	R_1	R_1^c	R_1^c	R_2	R_2^c	R_2^c	R_3	R_3^c	R_3^c	R_1^c/R_1^c	R_2^c/R_2^c	R_3^c/R_3^c	K_{no}^c
Центральный	1,21	0,89	2,55	7,36	6,01	9,35	8,91	5,35	23,86	2,87	1,55	4,46	19,9
Северо-Западный	1,61	1,30	3,04	7,68	6,28	10,50	12,36	8,19	31,94	2,33	1,67	3,90	15,2
Южный	0,80	0,80	0,81	7,55	6,16	9,35	6,06	4,91	7,56	1,01	1,52	1,54	2,4
Приволжский	1,20	0,95	1,78	8,95	7,94	10,22	10,70	7,51	18,24	1,88	1,29	2,43	5,9
Уральский	1,41	1,22	2,16	7,67	7,14	8,84	10,81	8,70	19,08	1,77	1,24	2,19	4,8
Сибирский	1,55	1,34	2,06	6,91	6,42	7,68	10,73	8,63	15,84	1,53	1,20	1,84	3,4
Дальневосточный	2,77	2,81	2,67	4,95	3,90	8,16	13,73	10,94	21,77	0,95	2,09	1,99	4,0

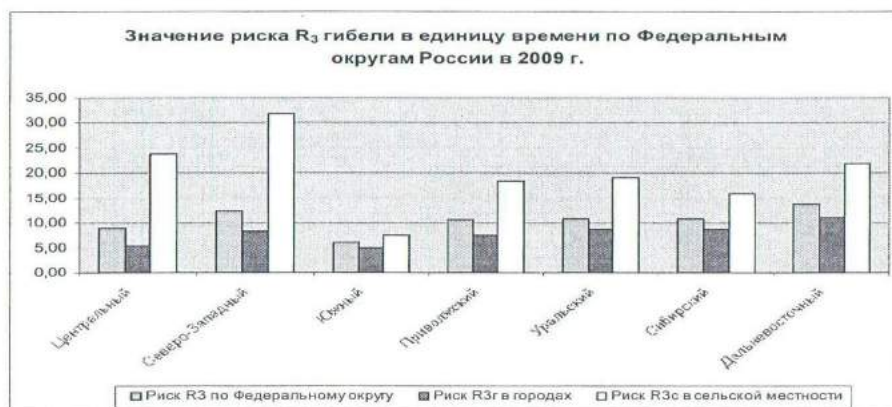
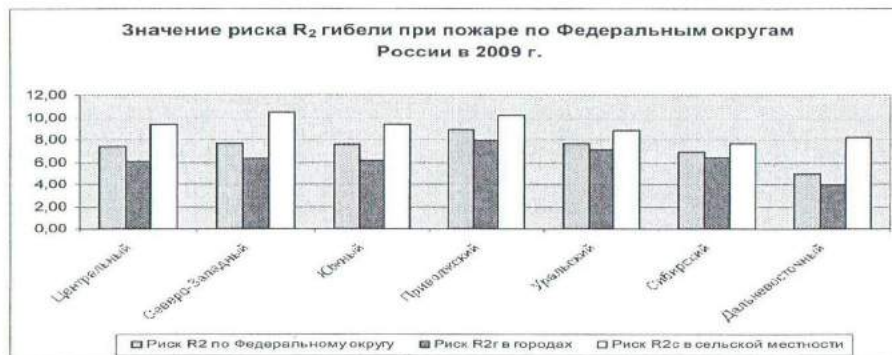


Рис. 8. Значения основных пожарных рисков по Федеральным округам России в 2009 г.

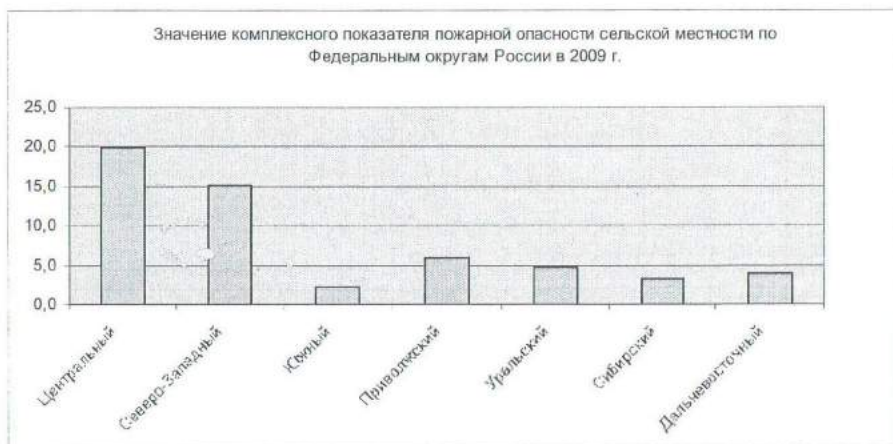


Рис. 9. Значения комплексного показателя опасности сельской местности по Федеральным округам России в 2009 г.

Таблица 9

**Сравнительный анализ обстановки с пожарами
в сельской местности России в 2009 г.**

Федеральный округ	Доля сельской местности, %			$K_{то}^c$
	Население	Число пожаров	Число жертв	
Центральный	19,2	40,5	51,4	19,9
Северо-Западный	17,6	33,2	45,4	15,2
Южный	43,2	43,6	53,9	2,4
Приволжский	29,7	44,4	50,7	5,9
Уральский	20,3	31,1	35,8	4,8
Сибирский	29,2	38,7	43,1	3,4
Дальневосточный	25,7	24,8	40,8	4,0

Из табл. 4 следует, что риски R_1^c возникновения пожаров в сельской местности Южного и Дальневосточного округов существенно меньше, чем в городах этих округов, а риски R_2^c сравнительно немного выше аналогичных рисков R_3^c (особенно в Южном округе).

Все эти особенности достаточно хорошо улавливает комплексный показатель $K_{то}^c$, значения которого колеблются в округах от 2,4 (Южный округ) до 19,9 (Центральный округ), а для всей России равно 5,9.

1.9. Управление пожарными рисками (общие вопросы)

По существу, все известные меры, способы и методы обеспечения пожарной безопасности являются средствами управления пожарными рисками, все достижения науки о пожаре, все пожарно-технические разработки посвящены этому.

Рассмотрим управление пожарными рисками, обусловленными природным фактором.

Например, как следует из табл. 4 в 2009 году в России возникло 675 пожара (0,3 % всех зарегистрированных пожаров) от самовозгорания веществ и материалов и 919 пожаров (0,4 % всех пожаров) от ударов молнии.

Однако, в предыдущие столетия (XIX вв. и ранее) люди чаще страдали от пожаров, вызванных ударами молний или самовозгоранием веществ и материалов. Риск возникновения таких пожаров был достаточно большим. После того как были созданы методы и системы молниезащиты, исследованы физические и химические аспекты процессов, приводящих к самовозгоранию веществ и материалов, и выданы соответствующие рекомендации по предотвращению возникновения и развития этих процессов, число подобных пожаров стало заметно уменьшаться, то есть риски пожаров от ударов молний или самовозгорания уменьшились.

На втором месте по числу пожаров в России устойчиво находятся пожары, возникшие по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования разных типов (см. табл. 4) – риски, обусловленные техногенным фактором. Хотя эти пожары возникли в технических системах и устройствах, но создавали, монтировали и эксплуатировали их люди. Поэтому правильнее причины таких пожаров относить к социо-техногенному фактору. Исторически эти риски возникли только в конце XIX в., когда электричество пошло в быт и на производство.

Риски возникновения и развития «электропожаров», безусловно, поддаются управлению. Целый комплекс методов и устройств, включая специальные системы защиты от коротких замыканий (пожары от которых составляют значительную часть всех «электропожаров»), смогут

существенно снизить значения пожарных рисков для всей этой группы пожаров.

То же самое можно сказать про все другие пожары, причины возникновения которых относятся к техногенному (точнее говоря, социо-техногенному фактору). Все риски таких пожаров могут быть снижены научно-техническим достижениям цивилизации.

Значительно сложнее обстоят дела с управлением пожарными рисками, обусловленными социальным фактором. Здесь, к сожалению, перспективы успеха наименее очевидны.

Наиболее ярким примером здесь, пожалуй, (кроме пожаров, вызванных неосторожным обращением с огнем) являются пожары, связанные с умышленными поджогами. В России такие пожары составляют 8-9 % от всех пожаров (включая пожары, где поджог подозревается, но не был доказан), а в Великобритании, Новой Зеландии, США подобные пожары составляют 25-30 % от общего числа пожаров [7]. Сюда не входят лесные пожары, которые из-за ударов молний возникают только в 1-2 % всех случаев, а практически во всех остальных случаях происходят по вине человека, причем поджоги все чаще становятся причиной крупных лесных пожаров (в том числе, поджоги леса возваны интересами преступного бизнеса).

Что же касается огромного числа пожаров, вызванных так называемым неосторожным обращением с огнем, то они происходят не только по причине небрежного, легкомысленного, безграмотного отношения людей к источникам воспламенения, горючим веществам и материалам, но и связаны с курением, алкоголизмом, наркотиками и пр.

Управлять подобными пожарными рисками чрезвычайно сложно. Здесь нужна (и активно проводится во многих странах) целенаправленная деятельность широких слоев общественности, педагогов, психологов, физиологов, социологов, работников средств массовой информации и др., призванная сформировать у людей новую культуру безопасной жизни на планете (включая вопросы пожарной безопасности).

Подобная работа, например, уже много лет проводится американским специалистом Ф.Шинмэнном (Philipp Schaenman) в рамках

Международного Технического Комитета по предупреждению и тушению пожаров (CTIF). Он создает с участием международной общественности разнообразные программы по обучению всех слоев населения разных стран мира вопросам пожарной безопасности. Эти программы рассылают всем заинтересованным организациям для практического использования в детских садах, школах, высших образовательных учреждениях, других общественных структурах. К сожалению, пока эффективность этих важнейших мер обеспечения пожарной безопасности не слишком высока. Об этом говорит мировая статистика пожаров [7].

В США, кроме этих способов работы с общественностью, широко внедряют в жилых домах (где происходит большинство пожаров) дымовые датчики обнаружения пожаров, спринклерные системы пожаротушения, что, конечно, является достаточно эффективным способом управления пожарными рисками, но требует немалых капиталовложений.

Для снижения последствий пожаров, возникающих в жилых домах при засыпании курящего в постели человека, в США даже выпускают негорючее белье (оно позволяет только выжечь небольшую дырку около упавшей сигареты). Другими способами управления социальными пожарными рисками является выпуск промышленностью пожаробезопасных детских игрушек, бытовых приборов, мебели и т.д. Все это, конечно, дает определенный результат в борьбе с «бытовыми» пожарами.

В России пожарными рисками, обусловленными социальными факторами, управлять гораздо труднее, чем «природными» и «техногенными» пожарами.

Несомненно, что количество пожаров и причины их возникновения находятся в прямой зависимости от социально-экономической обстановки в стране, регионе, а также социально-экономического положения населения.

В отдельных случаях, именно отсутствие элементарных бытовых условий проживания является объективной предпосылкой высокой доли пожаров, связанных с нарушением правил эксплуатации

электрооборудования, печного отопления, бытовых нагревательных приборов и др.

Как следует из данных [6], в большинстве случаев виновниками пожаров и пострадавшими от них являются представители таких социальных групп как лица без определенного рода занятий, пенсионеры, рабочие и инвалиды, что обусловлено их низким социальным положением и уровнем материального благосостояния данных социальных категорий, от которых в прямой зависимости находится проблема своевременного устранения нарушений правил пожарной безопасности.

Все это требует выработки определенной программы по защите указанных социальных слоев населения от пожаров и оказанию им практической помощи по устранению нарушений, несущих непосредственную угрозу возникновения пожара. В этой работе должны быть задействованы органы социального обеспечения, администрации области, районов, сельских округов, предприятий.

На муниципальном уровне не следует оставлять без внимания и проблемы профилактики пожаров в жилых домах, подлежащих реконструкции и сносу. Решение об этом принимается, как правило, не за один день, а при нынешних социальных условиях такие здания становятся временным жильем людей без определенного места жительства.

Одной из наиболее эффективных форм влияния на оперативную обстановку с пожарами и гибелью людей является работа со средствами массовой информации, наиболее эффективными из них является телевидение, радиовещание и печать.

Состояние пожарной безопасности в жилом секторе, результаты проведения профилактических мероприятий, должны периодически рассматриваться на заседаниях комиссий по чрезвычайным ситуациям с принятием конкретных решений, направленных на предупреждение пожаров и гибели людей в жилом секторе.

Основными направлениями профилактической работы в жилом секторе являются:

- осуществление контроля за соблюдением требований пожарной безопасности в жилом секторе органами исполнительной власти;

распоряжениями органов власти, целевыми программами, соответствующими планами, предусматривающими такие мероприятия;

- организация взаимодействия с органами исполнительной власти, органами местного самоуправления, надзорными, правоохранительными органами и органами соцзащиты, жилищно-коммунальными службами, организациями, осуществляющими деятельность в области пожарной безопасности, СМИ по вопросам обеспечения пожарной безопасности в жилом секторе;
- противопожарная пропаганда и обучение населения в области пожарной безопасности;
- применение мер административного воздействия к нарушителям требований пожарной безопасности.

На муниципальном уровне при проведении пожарно-профилактических мероприятий необходимо широко использовать такую форму работы как сходы граждан, в которых в обязательном порядке необходимо участие закрепленных сотрудников органов государственного пожарного надзора. Проведение сходов осуществлять только после предварительных выборочных пожарно-технических обследований объектов жилого сектора, чтобы на выявленных примерах наглядно показать пожарную опасность отдельных объектов и связанную с этим угрозу жизни и здоровью жителей.

При этом, особое внимание обращать на противопожарное состояние жилых комнат, спальных помещений и кухонь, а также состояние электрооборудования, приборов отопления, с одновременным проведением инструктажа граждан направленного на предотвращение пожаров в результате неосторожного обращения с огнем и других часто встречающихся и вскрытых при ПТО потенциальных причин пожаров с показом наглядного агитационно-массового материала последствий пожаров по этим причинам (фотографии, видеозапись и т.п.).

Учитывая то, что работа по предотвращению гибели людей при пожарах не терпит формального подхода, инструктаж должен носить предметный, вытекающий из анализа обстановки характер с привлечением

для этого не только домовладельцев, но и максимального количества жильцов квартиры, дома.

Требуют совершенствования системы противопожарной пропаганды. Работники жилищных организаций при проведении обучения населения мерам пожарной безопасности в быту зачастую формально подходят к этому вопросу, сами не всегда обладают необходимыми знаниями в данной области. Но, учитывая, что проводимые оперативно-профилактические мероприятия дают все-таки определенные положительные результаты, сотрудники ГПС, ГПН по прежнему должны быть нацелены на продолжение выполнения мероприятий, направленных на проверку жилого фонда области и обучение населения мерам пожарной безопасности по месту жительства и на сходах граждан.

В территориальных подразделениях должно войти в практику правило: чем больше на данной территории число пожаров и количество погибших людей, тем выше должен быть количественный показатель выступлений в СМИ. Одним из серьёзных вопросов в агитационно-пропагандистской работе остается предупреждение пожаров от детской шалости

Предпринять необходимые действия, направленные на эффективную организацию службы противопожарных формирований:

- ориентировать руководителей предприятий на создание и обеспечение противопожарных формирований пожарной или приспособленной к тушению пожаров техникой, при этом организовать работу ДПД таким образом, чтобы прибытие боевых расчетов к месту вызова осуществлялось максимально быстро;

- малая доля пожаров в жилом секторе ликвидируется при участии только населения, ведь они практически не имеют первичных средств пожаротушения. Поэтому необходимо предпринять необходимые меры для более эффективного использования сил населения в борьбе с пожарами до прибытия противопожарных формирований. Привлечь для организации этой работы сотрудников муниципальной милиции.

Целесообразно считать в качестве основных источников пропаганды противопожарных знаний по предотвращению пожаров телевизионные

станции. Необходимо более эффективно использовать возможности канала и осуществлять трансляцию передач на противопожарную тематику в период с 18 до 21 часов с увеличением объема информации в предвыходные, предпраздничные дни, использовать возможности радиостанций в это время.

Теперь, опираясь на содержание всех предыдущих параграфов, нетрудно сформулировать в общих чертах алгоритм обеспечения пожарной безопасности любого объекта защиты. Для наглядности он схематично представлен на рис.10. Из него следует, что проводя анализ пожарной опасности объекта защиты, нужно сначала определить и проанализировать все пожарные риски, присущие данному объекту, затем оценить их текущие значения, определить допустимые значения для всех пожарных рисков. После этого нужно подобрать или разработать методы и технологии управления каждым риском, использовать их и тем самым обеспечить пожарную безопасность объекта защиты.

Эта общая схема может быть детализирована в каждом своем этапе. Например, для определения пожарных рисков специалисты предлагают использовать метод построения «дерева событий» [19]. Мы не будем здесь углубляться в детализацию процесса обеспечения пожарной безопасности объектов, а перейдем к оценке текущих значений основных пожарных рисков в России и мире. Отметим только, что из самых последних по времени публикаций [23] следует, что пока и стандарты, связанные с определением пожарных рисков, и практика их применения далеки от совершенства, содержат много спорных, а нередко, и ошибочных моментов.

1.10. Приложение теории пожарных рисков в XXI в.

Теория пожарных рисков, как уже говорилось, возникла и использовалась в практике противопожарной службы уже в 1970-х годах, когда Н.Н.Брушлинский впервые вычислил риск нехватки пожарных автомобилей в городе, а Е.Н.Иванов оценил риск нехватки воды для целей пожаротушения [17]. За рубежом подобных исследований тогда практически не было, хотя общая теория рисков и безопасности в промышленности уже формировалась [25].



Рис. 10. Алгоритм управления пожарной безопасностью объекта защиты.

Активное применение теории пожарных рисков в нашей стране началось в XXI в. Отсюда же оно стало распространяться в других странах мира [26].

С 1 мая 2009 г. в Российской Федерации начал действовать Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в котором в ст. 2 введено понятие пожарного риска, аналогичное нашей дефиниции, разработанной в 1997 г., а в ст. 79, п. 1 сказано: «Индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и

строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке» [22]. Это значит, что на 1 миллион человек допустима гибель одного человека при пожарах за год.

В конце июня 2009 г. было утверждена методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, в частности, жилых домов [27].

В «Методике . . .» говорится «расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [27].

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому уровню, если:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (18)$$

где Q_B^H - нормативное значение индивидуального пожарного риска,

$Q_B = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$; Q_B - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_B = Q_{II} \cdot (1 - R_{АП}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_3) \cdot (1 - P_{п.з.}) \quad (19)$$

где Q_{II} - частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных; $R_{АП}$ - вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (при отсутствии в здании систем автоматического пожаротушения $R_{АП}$ принимается равной нулю); $P_{пр}$ - вероятность присутствия людей в здании; P_3 - вероятность эвакуации людей; $P_{п.з.}$ - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасности эвакуации людей при пожаре.

Структура формулы (19) вполне проста и понятна. Здесь использованы методы теории вероятностей. В самом деле $(1 - R_{АП})$ - вероятность несрабатывания установок автоматического пожаротушения; $(1 - P_3)$ - вероятность невозможности эвакуации людей из здания; $(1 - P_{п.з.})$ - вероятность неэффективной работы системы противопожарной защиты.

Все эти случайные события являются независимыми с теоретико-вероятностной точки зрения и их одновременная реализация вычисляется с помощью правила умножения вероятностей, что и показано в формуле (19), позволяющей оценить индивидуальный риск для человека, находящегося в здании.

Если $R_{АП} = 0$, $P_э = 0$, $P_{П.З.} = 0$ (то есть противопожарная автоматика не работает и эвакуация невозможна), то, очевидно, $Q_B^{\max} = Q_{П.} \cdot P_{Пр.}$.

Рассмотрим другой пример – жилой многоэтажный дом, причем зададимся следующими значениями элементарных случайных событий: $Q_{П.} = 0,02$, то есть за год горит одно из 50 таких зданий; $R_{АП} = 0$, так как система автоматического пожаротушения в жилом многоквартирном доме, как правило, отсутствует; $P_{Пр.} = 1$, так как люди в таком жилом доме присутствуют всегда; $P_э = 0,98$ – вероятность успешной эвакуации людей; $P_{П.З.} = 0,9$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты.

Тогда, подставляя эти значения в формулу (19), получим:

$$Q_B = 0,02 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,02 \cdot 0,1 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$$

Следовательно, $Q_B > Q_B''$ в 40 раз (то есть в течение года в таких домах на каждые 100 тыс. чел. могут погибнуть при пожарах 4 человека).

Если удастся повысить надежность системы противопожарной защиты до 0,99, то тогда получим значение

$$Q_B = 4 \cdot 10^{-6} > Q_B'' = 10^{-6},$$

но здесь уже расчетное значение индивидуального риска больше нормативного только в 4 раза (то есть за год из одного миллиона человек погибнут при пожарах 4 человека).

Если людей в сооружении или строении быть, как правило, не должно (то есть $P_{Пр.} = 0$), то, естественно $Q_B = 0$. Очевидной теоретической слабостью формулы (19) является, например, тот случай, когда $R_{АП} = 1$. Тогда $Q_B = 0$, но в действительности при пожаре в здании могут погибнуть люди из-за отравления токсичными продуктами горения. Иными словами, формализованная модель (19) обеспечения безопасности людей при пожарах в зданиях далеко не безупречна и не учитывает многих

дополнительных и важных факторов (например, наличие в многоквартирном здании людей, крепко спящих в состоянии алкогольного опьянения).

На рис. 11 приведен порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска, заимствованный из «Методики» [27].

Таким образом, формула (19) может служить определенным дополнительным ориентиром при оценке пожарной опасности зданий, но не более того. Этот вывод подтверждает современная статистика пожаров в Российской Федерации [26].

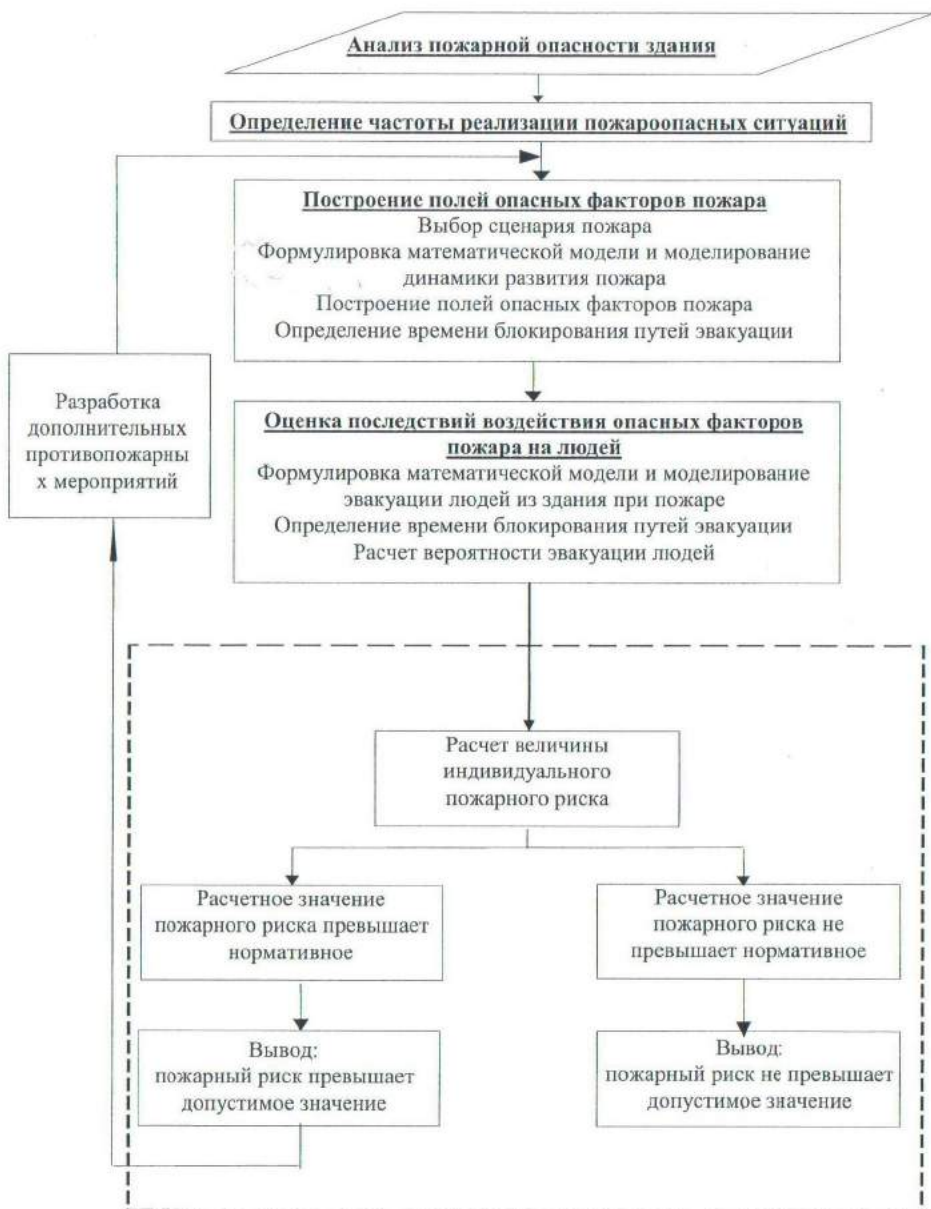


Рис. 11. Порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска

Глава 2. Пожарные риски в мире и странах мира

2.1. Реконструкция пожарных рисков в Древнем мире

Во времена Иисуса Христа на Земле по оценкам специалистов проживало 230 млн.чел.[28]. Примерно 1-1,5 % из них были жителями городов (в одном только Риме насчитывалось более 1 млн.чел.).

Остальные 98,5 % были жителями маленьких сельских поселений. Таким образом, нам известны значения величин Q и α , и мы можем найти значения Q_c и Q_e (см. раздел 1.7).

Дадим теперь оценку пожарным рискам R^c и R^e . По свидетельству древнеримского юриста и историка Ульпиана, в Древнем Риме ежедневно бывало несколько пожаров [29]. Предположим, что в среднем их было 2-3 за сутки. Значит, в год в Древнем Риме было около 1000 пожаров.

В таком случае, значение пожарного риска R для Древнего Рима будет равно $R = \frac{1000}{1000000} = 0,001 \left[\frac{\text{пож ар}}{\text{чел} \cdot \text{год}} \right] = 1 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пож ар}}{\text{чел} \cdot \text{год}} \right]$.

Примем это значение для всех городов Древнего мира, то есть $R^c = 1 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пож ар}}{\text{чел} \cdot \text{год}} \right]$. Тогда для сельской местности в Древнем мире примем $R^e = 0,3 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пож ар}}{\text{чел} \cdot \text{год}} \right]$, то есть примерно в 3 раза меньше, чем в городах, учитывая очень низкую плотность сельского населения и его практически нулевую энерговооруженность.

Отсюда следует, что число пожаров на Земле в Древнем мире ориентировочно можно вычислить по формуле (8'):

$$N_{P.X.}^n = 2,3 \cdot 10^8 \{0,015 \cdot 1 \cdot 10^{-3} + 0,985 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}\} = 71415 \text{ пожаров}.$$

Итак, учитывая достаточно грубые оценки значений пожарных рисков в Древнем мире и численности народонаселения Земли в то время, можно сказать, тем не менее, что общее число пожаров на планете в Древнем мире составляло примерно 65-75 тыс. в год. Заметим, что если принять для сельской местности значение $R^e = 0,5 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пож ар}}{\text{чел} \cdot \text{год}} \right]$, то число пожаров составит примерно 117 тыс. в год.

Нам эти оценки представляются вполне правдоподобными. Сейчас народонаселение Земли выросло с тех пор примерно в 30 раз, а число пожаров на планете – в 100 раз, но тому есть вполне определенные причины (прежде всего, колоссальная энергонасыщенность всей жизни). Пожарный же риск R_1 вырос только в 3-4 раза!

Добавим к этому, что в современном Риме проживают почти 2,8 млн.чел., а пожаров ежегодно бывает около 14-15 тыс., то есть для сегодняшнего Рима имеем значение $R_1 = 5 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$ (следовательно, за два тысячелетия пожарный риск вырос в 5 раз).

Что же касается второго пожарного риска, оценивающего гибель людей при пожарах, то здесь можно пользоваться оценкой, что на каждые 100 пожаров в среднем приходятся 1-2 жертвы, то есть $R_2 = 1 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 10^{-2} \left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$. Этот риск сравнительно мало меняется во времени. Отсюда следует, что в Древнем мире за год при пожарах погибало примерно от 600 до 2000 чел., что тоже нам представляется вполне правдоподобным. Сейчас столько же человек (в среднем, 1300) ежегодно гибнет при пожарах в Японии, население которой составляет 128 млн.чел.

В заключение уточним оценку древнего историка Ульпиана относительно частоты пожаров в Древнем Риме. Для этого используем распределение Пуассона, которому, как известно, подчиняется поток пожаров в любом городе [17].

Выше мы предположили, что в Древнем Риме ежегодно возникало 1000 пожаров. Значит, среднее число пожаров в сутки в Древнем Риме равнялось 2,7, то есть параметр закона Пуассона $\lambda = 2,7$ (n/c). Тогда пуассоновское распределение числа пожаров по суткам года будет выглядеть так (табл. 10).

Из табл.10 следует, что только около 25 суток в году в Древнем Риме вообще были без пожаров, в остальные сутки года их было от 1 до 8-10 пожаров, причем 8 и более пожаров в сутки могли быть только 2-3 раза в год. Чаше всего в Риме было 2-3 пожара в сутки. Таким образом, оценка Ульпиана, по-видимому, правильная, и она помогла нам реконструировать ситуацию с пожарами в Древнем мире.

Теперь, располагая таким удобным и простым инструментарием, мы можем попытаться оценить распределение пожаров по континентам нашей планеты.

Таблица 10

Распределение числа пожаров по суткам в Древнем Риме

Число пожаров в сутки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	≥ 9	Всего
Число суток в году с указанным числом пожаров	24,5	66,2	89,4	80,5	54,3	29,3	13,2	5,1	1,7	0,8	365,0

2.2 Оценка пожарных рисков в мире в XXI в.

Мы располагаем основной пожарной статистикой более чем 80 стран мира, в которых живут $\frac{3}{4}$ населения планеты [31]: практически всех стран Европы, Австралии и Океании, большинства стран Северной Америки (кроме Мексики и некоторых небольших стран), примерно половины стран Азии (включая гигантские Китай и Индию). Хуже обстоят дела с информацией о странах Южной Америки и особенно плохо – со странами Африки (здесь мы располагаем относительно достоверной пожарной статистикой по северным африканским странам и ЮАР, но почти ничего не знаем о ситуации с пожарами в бедных странах Центральной Африки). Тем не менее, используя ряд дополнительных сведений, мы смогли оценить обстановку с пожарами в этих странах. Наконец, мы сочли необходимым выделить отдельно страны СНГ, которые вносят особый вклад в обстановку с пожарами на Земле.

Результаты наших исследований представлены в табл. 11.

Из табл. 11 следует, что в 2010 г. на Земле проживали 7,0 млрд. чел., зарегистрировано 7,7 млн. пожаров, при которых погибли 81 тыс. чел. Это означает, что на каждую 1000 землян в среднем ежегодно приходится примерно один пожар, при каждых 100 пожарах в среднем погибал один человек, т.е. на каждые 100 тыс. чел. приходилась в среднем одна жертва пожара.

Таблица 11

Обстановка с пожарами на планете в начале XXI в. (2010 г.)

№	Регион	Насе- ление, млн. чел.	Среднее число пожаров в год, млн.	Среднее число жертв, тыс. чел.	Среднее число:		
					пожаров на 1000 чел. R_1	жертв на 100 пожаров R_2	жертв пожаров на 100 000 чел. R_3
1.	Европа (без	530	2,15	5,0	4,1	0,23	0,94
2.	Сев. Америка	550	2,25	6,3	4,1	0,28	1,15
3.	Южн. Америка	400	0,65	2,5	1,6	0,38	0,63
4.	Азия (без СНГ)	4180	1,65	36,9	0,4	2,24	0,88
5.	Африка	1000	0,35	4,0	0,4	1,14	0,40
6.	Австралия и Океания	35	0,15	0,2	4,3	0,13	0,57
7.	СНГ (Европа)	215	0,40	25,0	1,9	6,25	11,62
8.	СНГ (Азия)	90	0,06	1,2	0,7	2,00	1,33
Мир в целом		7000	7,7	81,1	1,1	1,1	1,2

По поводу этих данных нужно заметить следующее. Во-первых, в разных странах регистрация пожаров проходит по-разному: в большинстве стран учитывают пожары мусора, свалок, травы, кустов и пр., но в ряде стран (например, в некоторых странах СНГ) такие пожары пока государственной регистрации не подлежат. Во-вторых, во многих странах лесные пожары не входят в общую статистику пожаров, их учитывают отдельно. Значит, число пожаров на Земле в действительности несколько больше, чем 7,7 млн. пожаров, указанных в табл.11. По нашим оценкам, их примерно 8,5 – 9 млн.

В-третьих, в табл.11 данные по Европе, Сев. Америке, Австралии и Океании, странам СНГ (как европейским, так и азиатским) практически достоверны, т.к. опираются на официальную пожарную статистику стран этих регионов [31]. Погрешность данных по Азии составляет примерно 15-20 %, по Южной Америке и Африке – около 20-30%. Таково нынешнее состояние мировой пожарной статистики, которое, тем не менее, непрерывно улучшается.

Анализируя табл.11, можно заметить, что практически одинаковая ситуация с пожарами сложилась в Европе и Северной Америке. К ним близка обстановка с пожарами в Австралии и Океании. В этих регионах расположены наиболее развитые страны мира. Существенно менее напряженная обстановка с пожарами в Южной Америке, Азии и Африке.

Резко выделяется на этом фоне ситуация с пожарами (прежде всего, с гибелью людей при пожарах) в европейской части СНГ (Россия, Украина, Беларусь, Молдова). Число жертв пожаров в этом регионе составляет почти 35% всех жертв пожаров в мире. Причины этого мы здесь анализировать не будем, но отметим, что значения основных пожарных рисков в мире без европейской части СНГ выглядят так: $R_1=1,05$; $R_2=0,72$ и $R_3=0,73$ (т.е. значения R_2 и R_3 существенно уменьшились). Заметим, в заключение, что можно было бы данные по России разделить на европейскую и азиатскую части, но это не даст принципиально новой информации.

Примем все эти комментарии к сведению, используем их в дальнейшем, а пока попробуем реконструировать обстановку с пожарами на Земле от глубокой древности до наших дней.

2.3 Реконструкция обстановки с пожарами на Земле в исторической ретроспективе

Для проведения этой реконструкции нужно знать, главным образом, численность $Q(\tau)$ народонаселения нашей планеты в разные промежутки времени τ , а также оценки значений основных пожарных рисков $R_1(\tau)$ и $R_2(\tau)$.

Долю городского населения $\alpha(\tau)$ в общей численности народонаселения Земли можно практически не учитывать до середины XVIII в.н.э., т.к. только в первой четверти XIX столетия она превысила 3%. Но, уже начиная с XIX в. учитывать значение $\alpha(\tau)$ сначала желательно, а потом (в XX в.) - необходимо.

В таком случае, опираясь на различные литературные источники [28, 30, 31, 32], исходные данные для реконструкции обстановки с пожарами в мире и ее результаты можно представить в виде табл.12.

Эта таблица требует комментариев. Прежде всего, первая строка носит чисто гипотетический характер, т.к. никаких ориентиров по числу пожаров в это далекое от нас время мы не имеем. Вместе с тем, по нашему мнению, очевидно, что много пожаров в то время быть не могло, плотность населения была очень маленькой, а опасность возникновения пожаров люди, безусловно, хорошо понимали.

Что же касается второй строки таблицы, то выше мы провели достаточно подробное исследование обстановки с пожарами в Древнем мире и здесь уже полученные результаты, на наш взгляд, вполне правдоподобны. Заметим, что мы могли бы всюду использовать интервальные оценки, но ради удобства восприятия данных ограничились округленными точечными оценками.

В третьей строке мы сохранили те же значения пожарных рисков, что и в Древнем мире, потому что в развитии цивилизации мало что менялось на протяжении первого тысячелетия нашей эры.

В средние века пожарная опасность несколько увеличилась за счет многочисленных военных столкновений, увеличения плотности народонаселения, развития хозяйственной деятельности. Исторические документы сохранили свидетельства о катастрофических пожарах, при которых выгорали целые города (с десятками тысяч человек) и нередко погибало много людей (иногда даже несколько тысяч человек). Но все эти данные, на наш взгляд, вполне соответствуют результатам, приведенным в четвертой строке табл.12, из которой следует, что в XIV – XVI в. в. н. э. на Земле ежегодно возникало примерно двести тысяч пожаров, при которых погибало за год в среднем 4 тыс. чел. (возможно, число пожаров завышено).

Обстановка с пожарами на планете начала ухудшаться в конце XVIII - начале XIX столетия, когда произошла промышленная революция, начался бурный рост народонаселения, в экономическую практику стали вовлекать все больше разнообразных энергетических ресурсов, но особенно сложной она стала в XX в., за который народонаселение планеты увеличилось почти в 4 раза и появилось огромное число пожароопасных веществ, материалов, технологий и производств.

Таблица 12

**Реконструкция обстановки с пожарами на Земле в ее
исторической ретроспективе**

Годы	Население, млн. чел.	Доля городского населения	R_1 $\left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.}} \right]$	R_2 $\left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$	Число пожаров, тыс.	Число жертв, чел.
- 5000	30	0,00	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$	3	15
0 (р.х.)	230	0,01	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	75	1500
1000	305	0,01	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	100	2000
1500	440	0,01	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	180	4000
1800	950	0,03	$4 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	380	6000
1900	1650	0,14	$7 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	1200	17000
1960	3019	0,30	$12 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	3600	53000
2000	6055	0,47	$12 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	7300	80000
2005	6600	0,50	$11 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	7300	80000

В это время уже началось формирование национальных пожарных статистик, что облегчает проверку выполненной нами реконструкции обстановки с пожарами в мире.

Например, в 1867 г. в Российской империи насчитывалось 80 млн. чел. и возникло 20 тыс. пожаров (т.е. $R_1=2,5 \cdot 10^{-4}$).

К началу XX столетия в Российской империи проживало уже 126 млн. чел. и ежегодно регистрировалось примерно 65 – 70 тыс. пожаров, при которых погибало около 3 тыс. чел.[32].

В США в начале XX в. проживало 80 млн. чел., регистрировалось около 0,5 млн. пожаров, при которых погибало примерно 5 тыс. чел.[32, 33].

Итак, на рубеже XIX и XX столетий в Российской империи и США вместе насчитывалось примерно 200 млн. чел., на которых приходилось 0,6 млн. пожаров и 8 тыс. чел., погибших при пожарах.

В двух крупнейших странах мира (по численности населения) – Китае и Индии – в то время проживало около 450 млн. чел., но пожаров, по нашим оценкам, было сравнительно немного – не более 70 –90 тыс., при которых могли погибнуть 2 – 3 тыс. чел.

В Российской Империи (СССР, СНГ), США, Китае и Индии на протяжении всего XX столетия проживало немногим меньше половины народонаселения Земли. Вот и в начале XX в. в этих четырех странах, в которых насчитывалось почти 40% всего населения планеты, произошло около 700 тыс. пожаров, жертвами которых стали 10 – 11 тыс. чел. На все остальные страны мира с населением 1 млрд. чел. приходилось, по нашим оценкам, примерно 0,5 млн. пожаров и 6 – 7 тыс. погибших при этих пожарах. Возможно, в будущем удастся еще уточнить эти данные.

В 1960 году мы имеем для проверки наших оценок уже значительно больше достоверных статистических данных (табл.13).

На все остальные страны мира (включая Индию, Бразилию, Пакистан, Бангладеш, Мексику, ЮАР и др.) приходится примерно 1 млн. пожаров и около 30 тыс. их жертв.

В достаточной степени точности этих оценок, на наш взгляд, сомневаться не приходится.

Таким образом, мы надеемся, что располагаем удовлетворительными по точности ретроспективными данными об обстановке с пожарами на нашей планете в древности, средневековье, новой и новейшей истории. Этот же подход позволяет нам заглянуть в будущее, сделать прогнозы по динамике обстановки с пожарами на планете. К этому мы приступим в заключительном параграфе.

Таблица 13

Обстановка с пожарами в некоторых странах в 1960 г.

№ п/п	Страна	Число пожаров	Число жертв, чел.
1.	Китай	98625	9800
2.	США	2132300	7600
3.	СССР	74600	2000
4.	Великобритания	133500	520
5.	Франция	100000	400
6.	ФРГ	123755	445
7.	Япония	40000	1000
8.	Австрия	10000	50
Всего		2712780	21824

2.4. Прогнозы динамики пожарных рисков на планете до XXIII в.

Теперь мы можем попытаться построить прогнозы обстановки с пожарами на Земле в обозримом будущем, рассматривая ее как единую социально-экономическую суперсистему.

Для этого нам необходимо знать, во-первых, прогнозы динамики численности народонаселения $Q(\tau)$ нашей планеты; во-вторых, предполагаемую динамику значений основных пожарных рисков $R_1(\tau)$, $R_2(\tau)$ и $R_3(\tau)$. Тогда мы сможем найти число пожаров $N''(\tau)$ и число погибших при них людей $D(\tau)$ в любой момент времени.

Прогнозы динамики численности народонаселения Земли взяты нами из работы С.П. Капицы [28] и представлены на рис.12 и табл.15. Динамику значений риска $R_1(\tau)$ от древности до 2000 года мы возьмем из табл.12 этой работы и добавим к ней прогностическую часть до конца XXIII века включительно (табл.14).

Графически динамика значений пожарного риска R_1 представлена на рис.13. В самых общих чертах прокомментировать представленную динамику риска R_1 после 2000 года можно следующим образом: до 2025 года этот пожарный риск почти не будет снижаться, т.к. существенных цивилизационных изменений в ближайшие четверть века в жизни мирового сообщества не предвидится; к середине XXI века начнут постепенно сказываться совокупные усилия людей по предупреждению пожаров и пожарный риск R_1 начнет несколько снижаться. Этот процесс получит определенную интенсификацию во второй половине XXI века и асимптотически выйдет на некоторый стационарный уровень к концу XXII столетия. Можно условно предположить, что к концу XXIII века значения риска R_1 примерно будут равны значению этого риска в позднем средневековье. Однако у нас теперь есть возможность и аргументы для более детального анализа этого процесса. Воспользуемся ими.

Пожарный риск R_1 , характеризующий возможность человека столкнуться с опасными факторами пожара в момент (период), можно представить в виде суммы

$$R_1(\tau) = R_1^N(\tau) + R_1^T(\tau) + R_1^S(\tau),$$

где $R_i^N(\tau)$, $R_i^T(\tau)$, $R_i^S(\tau)$ - соответственно “природная”, “техногенная”, “социальная” составляющие риска $R_i(\tau)$. Рассмотрим динамику этих составляющих по отдельности.

“Природная” составляющая $R_i^N(\tau)$ фактически характеризует природный фон пожарной опасности, сложившийся на планете задолго до появления человека и обусловленный различными природными физико-химическими процессами. По существу, величина $R_i^N(\tau)$ представляет собой некую константу и мы так и будем ее оценивать.

После появления на Земле людей, в местах их обитания стали иногда возникать пожары, обусловленные поведением людей и их хозяйственной деятельностью. Однако риски их возникновения были сравнительно малы, но зато были высоки риски распространения пожаров (в случае их возникновения) из-за сложившейся строительной практики (отсутствие противопожарных разрывов, средств тушения пожаров и др.). По существу такая ситуация имела место до XVIII века.

Таблица 14

Динамика пожарного риска R_i

Годы	5000 (д.н.э.)	0 (р.х)	1000	1500	1800	1900
$R_i \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.}} \right]$	1×10^{-4}	3×10^{-4}	3×10^{-4}	4×10^{-4}	4×10^{-4}	7×10^{-4}
Годы	1960	2000	2025	2050	2100	2200
$R_i \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.}} \right]$	12×10^{-4}	12×10^{-4}	11×10^{-4}	8×10^{-4}	5×10^{-4}	3×10^{-4}

Таблица 15

Динамика населения Земли в будущем

Годы	2000	2025	2050	2100	2200
Население мира, млн.чел.	6150	8000	10000	11200	12000

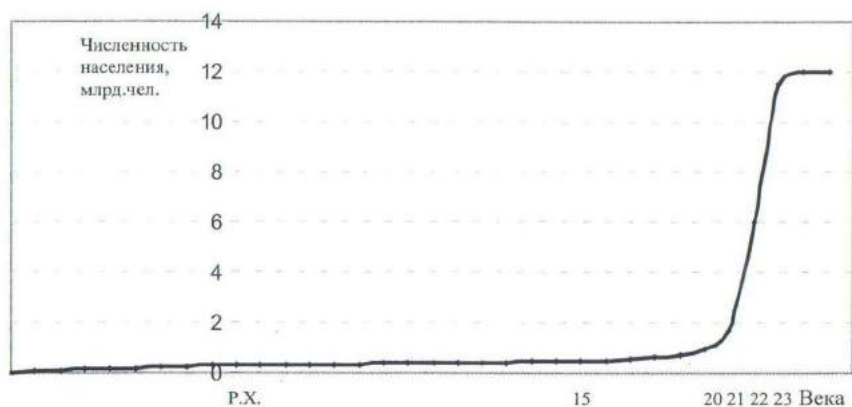


Рис.12 Динамика народонаселения мира

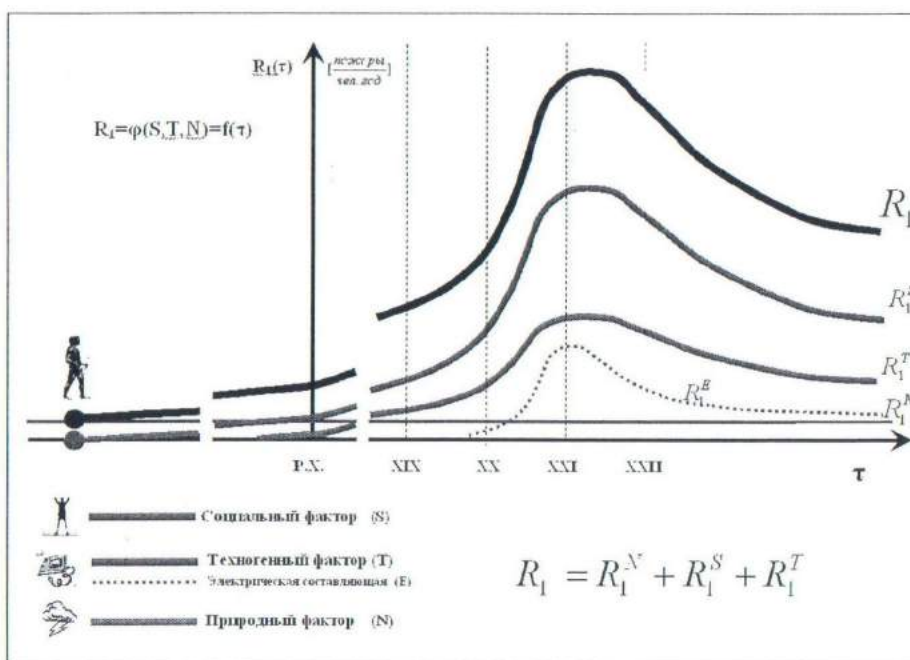


Рис.13 Динамика пожарного риска на Земле

Таким образом, в древности и средних веках, когда людей на Земле было сравнительно мало (несколько сот миллионов человек), пожаров тоже было немного, но если они возникали, то принимали большие размеры и наносили значительный вред людям (кучно, хаотично застроенные поселения нередко выгорали полностью). Здесь же нужно учесть пожары городов во время войн, которые тоже возникали не так часто, но всегда носили разрушительный характер. Все это время действовали природный “N” и социальный “S” факторы пожарной опасности. Техногенный “Т” фактор по существу еще не успел проявиться и не превышал фонов природного уровня.

Обстановка с пожарами в мире (особенно в развитых странах) начала принципиально меняться в XIX веке и, особенно, в XX столетии. Этому способствовали следующие социально-экономические процессы. Во-первых,

резко возросли темпы роста численности населения Земли (только в XX веке она выросла в 4 раза). Во-вторых, научно-техническая революция вызвала бурный рост всех отраслей промышленности, что потребовало создания огромного энергетического потенциала, опирающегося на все виды энергоносителей. В-третьих, начался интенсивный процесс урбанизации на планете, сопровождающийся ростом потребления алкоголя. В-четвертых, курение приобрело характер эпидемии, охватившей всю Землю.

Все это привело к резкому росту пожарных рисков и, соответственно, к росту числа пожаров в мире и их последствий (гибель и травмирование людей, материальный ущерб и пр.). На этом этапе главенствующую роль стали играть социальные и техногенные факторы пожарной опасности. На рис.13 специально выделено возникновение и динамика значений нового риска пожаров от электрооборудования и электросетей.

Дальнейшее течение событий можно прогнозировать так: в ближайшие столетия будет продолжаться рост численности народонаселения Земли (хотя его темпы замедляются); будет увеличиваться потребление энергии всех видов (традиционных и новых)

на фоне роста числа энергосберегающих технических систем и технологий. Тем не менее, пожарная опасность мировой экономики может расти. Все это будет способствовать дальнейшему росту пожарных рисков, а значит, увеличению числа пожаров в мире и их последствий.

С другой стороны, возникновение и развитие в XX веке науки о пожарной безопасности, инженерно-технические решения и разработки в этой сфере позволят в XXI веке и последующих столетиях в значительной степени управлять пожарными рисками и стабилизировать обстановку с пожарами в мире.

При этом нужно отдавать себе отчет в следующем. Все факторы пожарной опасности можно разделить на постоянные и переменные.

К постоянно действующим факторам можно отнести природные и, в принципе, социальные (поджоги, небрежность при курении, игры с огнем и др.). К переменным факторам и причинам реализации пожарной опасности нужно отнести техногенные, причем одни из них со временем исчезают, уходят в историю, другие возникают впервые.

Например, лесные пожары, ежегодно бушующие на планете, возникают, во-первых, из-за неосторожности людей при обращении с огнем в лесу (костры, курение) - 65% всех пожаров, из-за поджогов – 29% и из-за причин природного характера (главным образом, молнии) – 6% [16]. Ликвидировать действие всех этих факторов в обозримом будущем практически невозможно, т.е. они являются постоянно действующими (даже с учетом мощных пропагандистских кампаний).

Ушли в прошлое (в основном) пожары, причинами которых были освещение жилья лучинами, использование таких бытовых приборов как примусы и керосинки (хотя в странах Азии и Африки эти приборы еще эксплуатируют). Продолжают возникать (пока!) пожары из-за печного отопления и других отопительных систем, хотя этими пожарными рисками вполне можно (и нужно) эффективно управлять, снижая их значения до приемлемых уровней.

Вместе с тем появились в конце XIX века, в XX веке и будут появляться новые виды энергии (электрическая, атомная, ядерная и др.), новые технические процессы (газосварка, электросварка и пр.), новые

объекты защиты (вычислительные центры, атомные электростанции, трубопроводы, объекты нефтехимии, космические аппараты и станции и др.). Все они являются весьма пожароопасными, а научно-технический прогресс непрерывно создает все новые источники пожарной опасности и, следовательно, новые пожарные риски.

Таким образом, на первое место выходит система мониторинга всех пожарных рисков, позволяющая выявить их, проанализировать, оценить и разработать меры и способы управления каждым из них (если это возможно).

Итак, на природный фактор пожарной опасности влиять (пока!) практически невозможно, хотя космические системы мониторинга и новые разработки в области молниезащиты определенный позитивный эффект в будущем, безусловно, дадут.

Техногенный фактор и связанные с ним техногенные пожарные риски (включая, например, риски пожаров от электрооборудования), несомненно, в ближайшие десятилетия будут становиться все более управляемыми, благодаря научно-техническим достижениям, и здесь человечество добьется наибольших успехов в борьбе с пожарами.

Сложнее всего обстоят дела с социальным фактором, т.е. с поведением людей будущих столетий, численность которых в ближайшие три века, в соответствии с моделью С.П. Капицы [28] и представлениями демографов, должна удвоиться.

Мы исследовали влияние алкоголя и табакокурения на обстановку с пожарами в мире [16]. Известно, что в развитых странах в начале XXI века началась активная кампания по борьбе с курением (в США, Франции и др. странах). Предположим, что число курильщиков на планете начнет заметно сокращаться. Можно предположить, что и злоупотребление алкоголем на Земле постепенно будет ослабевать.

Эти процессы, безусловно, должны позитивно повлиять на динамику пожарных рисков. Они, по нашим представлениям, могут уменьшиться в 3-4 раза по сравнению с началом XXI века (что и отражено в табл.14), но вряд ли больше (т.е. уровень пожарных рисков вернется к уровню XV-XVIII столетий).

Дело в том, что морально-нравственные качества людей в обозримом будущем (если ему суждено быть !?) не претерпят сколько-нибудь существенных изменений (как за всю предыдущую историю человечества). Поджоги, террористические акты, злоупотребление различными наркотическими веществами, по-видимому, полностью не исчезнут на Земле.

К этим рассуждениям нужно добавить интересные данные из доклада группы экспертов Института антропологии и эволюции РАН о том, что уже к 2050 году средняя продолжительность жизни на Земле может увеличиться до 95 лет (в Японии – до 106 лет!). Уже к 2015 году старики составят 12% всего мирового населения. А пожарная статистика свидетельствует о том, что именно эта группа населения находится в особой зоне риска с точки зрения пожарной опасности.

Все эти факты нельзя не учитывать при построении прогнозов о будущей обстановке с пожарами на Земле. Мы только не сочли возможным использовать в нашем исследовании, во-первых, предсказания некоторых последователей эволюционной теории Дарвина о грядущей в скором будущем колоссальной мутации рода человеческого и, во-вторых, прогнозы футурологов о превращении людей в киборгов, т.е. существ с кибернетическими организмами. Учет всех этих обстоятельств выходит далеко за рамки наших интересов и возможностей.

С учетом всех сделанных замечаний, предположений и оговорок, мы можем вернуться к заключительной части этого раздела.

В табл. 15 приведены прогнозы динамики численности $Q(\tau)$ народонаселения Земли до 2200 года [28]. В таком случае, используя формулу $N'(\tau) = R(\tau) Q(\tau)$ и данные табл. 14, 15, найдем прогностические значения числа пожаров на планете в обозримом будущем (табл. 16).

Таблица 16

Обстановка с пожарами в мире до 2200 года

Годы	2000	2025	2050	2100	2200
Число пожаров, тыс.	7400	8800	8000	5600	4800
Число погибших, тыс.чел.	74,0	88,0	80,0	56,0	48,0

Число погибших при пожарах в первой половине XXI века (вторая строка табл.16) мы определили с помощью соотношения $R_2(\tau)=1\cdot 10^{-2}$ (т.е. один погибший на 100 пожаров), т.к. это значение достаточно устойчиво на протяжении последних полутора столетий.

К вопросу о “среднесрочном” прогнозировании обстановки с пожарами в мире (в 2050 году) мы можем подойти более строго, учитывая возможную динамику населения и основных пожарных рисков отдельных континентов планеты (табл. 17).

Итак, в 2050 году на Земле произойдет 8,0 млн. пожаров, при которых погибнет 80 тыс.чел. (т.е. примерно столько же пожаров и их жертв, как в начале XXI века). Но при этом нужно учитывать, что население планеты вырастет в 1,5 раза (динамику населения мы позаимствовали из [28] и др. источников). Кроме того, мы предположили, что риск R_1 уменьшится в Европе, Северной Америке и Австралии в 1,5-1,6 раза благодаря, прежде всего, активной борьбе с курением, алкоголизмом и наркотиками, а также инженерно-техническим достижениям человечества. Предполагается также некоторое увеличение значения R_1 в Южной Америке и сохранение этих значений в Азии и Африке.

Незначительные изменения произведены при экстраполяции значений риска R_2 . При этом учтена существующая динамика этого риска в США, странах Европы и Азии [32], а также демографическая ситуация, складывающаяся в России и других странах СНГ.

Все это позволяет, по нашему мнению, отнести к этому прогнозу с определенной степенью доверия (он имеет под собой целый комплекс различных аргументов).

Предположим теперь, что $R_1^{2200}(\tau)=3\cdot 10^{-4}$ и $R_2^{2200}(\tau)=0,5\cdot 10^{-2}$ (эти значения соответствуют началу нашей эры). Тогда будем иметь:

$$N_n^{2200} = 3600000 \text{ пож. и } D^{2000} = 18000 \text{ чел.}$$

Эти значения соответствуют обстановке с пожарами в мире в середине прошлого столетия.

На этом мы заканчиваем наше исследование, основанное на общей теории интегральных пожарных рисков.

Таблица 17

Оценка обстановки с пожарами в мире в 2050 году

№ п/п	Континент	Насе- ление, млн.чел.	Пожарный риск $R_1 \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.}} \right]$	Пожарный риск $R_2 \left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$	Среднее число в год:	
					пожаров, тыс.	погибших при них чел.
1	Европа	700	$2,5 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-2}$	1750	17500
2	Северная Америка	850	$2,0 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	1700	11900
3	Южная Америка	850	$2,0 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	1700	11900
4	Азия	5750	$0,4 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-2}$	2300	34000
5	Африка	1813	$0,3 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-2}$	544	5000
6	Австралия и Океания	37	$2,5 \times 10^{-3}$	$0,2 \times 10^{-2}$	93	200
Мир в целом		10000	$0,8 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	8087	80500

Литература

1. Моисеев Н.Н. Экологический императив // Коммунист. – 1986, № 12. – С.110.
2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Алехин Е.М. и др. Безопасность городов: имитационное моделирование городских процессов и систем. – М.: Изд. «ФАЗИС», 2004. – 160 с.
3. Хохлов Н.В. Управление риском: учебное пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003. – 239 с.
4. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / Под общ. ред. Ю.Л.Воробьева. – М.: Издательство «Флайст», Инф.-изд. Центр «Геополитика», 2001. – 240 с.
5. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / В.А.Акимов, В.В.Лесных, Н.Н.Радаев; МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.
6. Федеральный Закон Российской Федерации N 184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002
7. Ковалевич О.М. К вопросу об определении «степени риска». // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2004, вып. 1 – С. 73-80
8. Моделирование пожаров и взрывов (под ред. Н.Н.Брушлинского и А.Я.Корольченко). – М.: «Пожнаука», 2000. – с. 383.
9. Ковалевич О.М. Понятие «риск» и его производные. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2001, вып. 1 – С. 91-98.
10. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А. К вопросу о вычислении рисков. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВИНТИ. – 2004, вып. 1 – С. 71-73.
11. Алехин Е.М., Брушлинский Н.Н., Коломиец Ю.И. и др. Автоматизированное проектирование систем обеспечения безопасности больших городов // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 1997, вып. 7 – С. 40-57.
12. Брушлинский Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2002, вып. 4 – С. 230-234.
13. Брушлинский Н.Н. О понятии пожарного риска и связанных с ним понятиях. // Пожарная безопасность. – 1999, № 3. – С. 83-85;

14. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование. Под ред. Н.Н.Брушлинского и Ю.Н.Шебеко. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2007, - 370 с.
15. Пожары и пожарная безопасность в 2009 г. Статистический сборник. – М.: ВНИИПО, 2010.
16. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Вагнер П. Человечество и пожары. – М.: ООО «ИПЦ Маска», 2007, - 142 с.
17. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.
18. Брушлинский Н.Н., Глуховенко Ю.М. Оценка рисков пожаров и катастроф. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 1992, вып. 1 – С. 13-39.
19. Alle B.J.M. Risk analysis and risk policy in the Netherlands and the EEC // Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 1991, V.4, N 1, p. 58-64.
20. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
21. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
22. Федеральный закон N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" – М.: ФГУ ВНИИПО, 2009.
23. Шебеко Ю.Н., Болодьян И.А., Молчанов В.П. и др. Оценка пожарного риска для берегового перевалочного комплекса аммиака. // Пожарная безопасность. – 2004, № 3. – С. 45-51.
24. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства /под ред. Н.Н.Брушлинского. – М.: Стройиздат, 1988. – 418 с.
25. Маршалл В. Основные опасности химических производств: пер с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
26. Brushlinsky N., Sokolov S., Wagner P. Humanity and Fires. – Berlin, Warsaw, 2010. – 353 p.
27. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приложение к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382.
28. Капица С.П. Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. Очерк теории роста человечества. – М.: Международная программа образования, 1999.

- 29.Абрамов В.А., Глуховенко Ю.М., Сметанин В.Ф. История пожарной охраны. Краткий курс. Учебник, ч.І – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005.
- 30.Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Вагнер П. и др. Пожары в России и в мире. Статистика, анализ, прогнозы. – М.: Калан, 2002.-157с.
- 31.N.N. Brushlinsky, J.R. Hall, S.V. Sokolov, P.Wagner. World fire statistics. CFS of CTIF Report № 10, 2-d edition, Berlin, 2005. – s.200.
- 32.Пожарные риски. (Под ред. Брушлинского Н.Н.) Вып.1-4. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004-2006.
- 33.Микеев А.К. Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. –М.:Пожнаука, 1994.-386с.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Н.Н.Брушлинский, С.В.Соколов, Е.А.Клепко

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 11.03.2011. Формат 60×90 1/16.

Печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 3,5.

Бумага офсетная. Тираж 20 экз. Заказ 168

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4