

В.А. Минаев, Н.Г. Топольский, Чу Куок Минь (Россия, Вьетнам)
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: m1va@yandex.ru)

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ВО ВЬЕТНАМЕ

Проведён анализ пожарных рисков во Вьетнаме. Получены зависимости удельных пожарных ущербов от удельной нагрузки – "количество пожаров в стране за год" / "количество пожарных". Зависимости использованы для прогнозирования пожарной обстановки и решения задач оптимального управления ресурсами противопожарной службы.

Ключевые слова: удельная нагрузка, противопожарная служба, пожарный риск.

V.A. Minaev, N.G. Topolsky, Chu Quoc Minh (Russia, Vietnam)

METHODS OF FIRE RISKS FORECASTING IN VIETNAM

Analysis of fire risks in Vietnam was carried out. Dependences of fire specific damage indexes from the unit load – "number of fires in the country for one year" / "the number of firefighters" are created. The dependences obtained are used to predict fire situation and solving the problems of optimal resource management for the fire service.

Key words: unit load, fire protection service, fire risk.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 11 мая 2015 г.

Введение

С начала XXI века во Вьетнаме наблюдается стабильно высокий экономический рост (ежегодно около 5-7 %), однако развитие экономики сопровождается и негативными факторами, в числе которых – рост числа пожаров на предприятиях, в учреждениях, жилом секторе страны.

В сложившихся условиях основной задачей противопожарной службы Вьетнама является усиление деятельности по сокращению количества пожаров и ущерба от них за счёт новых организационно-технических решений, применения новейших технологий предупреждения и тушения пожаров, совершенствования методов управления пожарными рисками [2, 9, 10]. Одним из эффективных инструментов при этом является метод математического моделирования, который в последние годы применяется достаточно широко и активно [1, 3, 4, 8], в том числе с использованием теории активных систем [5-7].

Динамические зависимости пожарных рисков

В настоящей статье анализируются методы прогнозирования пожарных рисков во Вьетнаме, предназначенные для практиков противопожарной службы. Адекватность методов подтверждена их высоким согласованием с реально наблюдаемыми данными.

С целью создания адекватных методов прогнозирования пожарных рисков во Вьетнаме рассмотрим аналитические зависимости относительных характеристик, связанных с деятельностью противопожарной службы страны.

В первую очередь, рассмотрим зависимость от времени отношения числа пожаров в стране за один год, приходящихся на одного пожарного. Это отношение является показателем нагрузки на противопожарную службу, назовём его *удельной нагрузкой по пожарам (УНП)*. На рис. 1 показано изменение УНП во Вьетнаме в 2003-2012 гг.

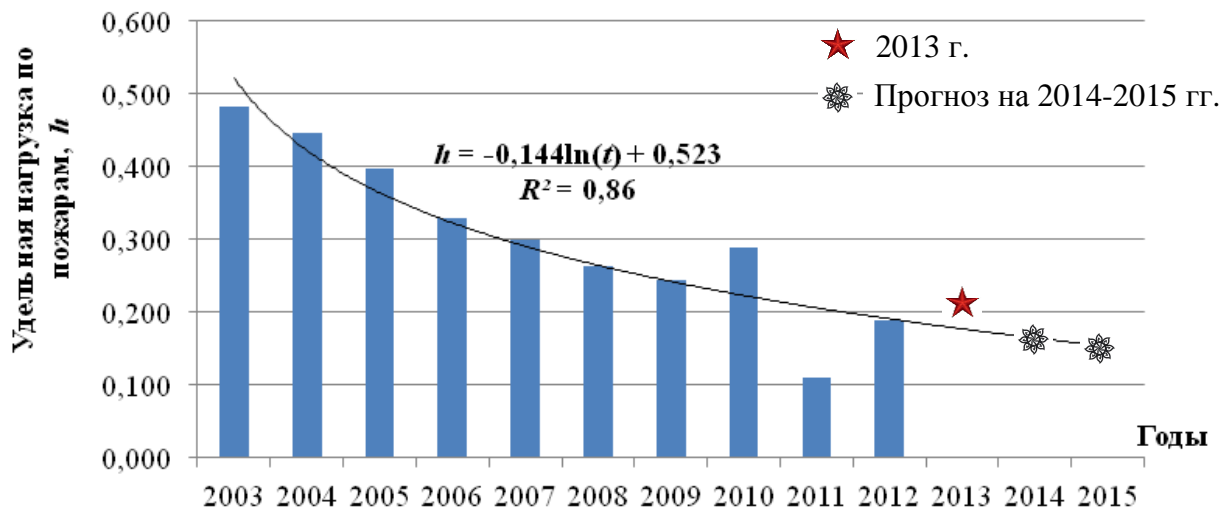


Рис. 1. Динамика УНП во Вьетнаме в 2003 по 2012 гг. (логарифмическая зависимость)

Из анализа рис. 1 следует, что снижающаяся удельная нагрузка по пожарам достаточно хорошо описывается логарифмической зависимостью:

$$h = -0,144 \cdot \ln(t) + 0,523. \quad (1)$$

Одним из важнейших удельных показателей является экономический ущерб от пожаров в стране за один год, приходящийся на одного пожарного. Назовём его *удельным экономическим ущербом от пожаров (УЭУП)*.

На рис. 2 приведена динамика УЭУП по Вьетнаму в целом в 2001-2012 гг.

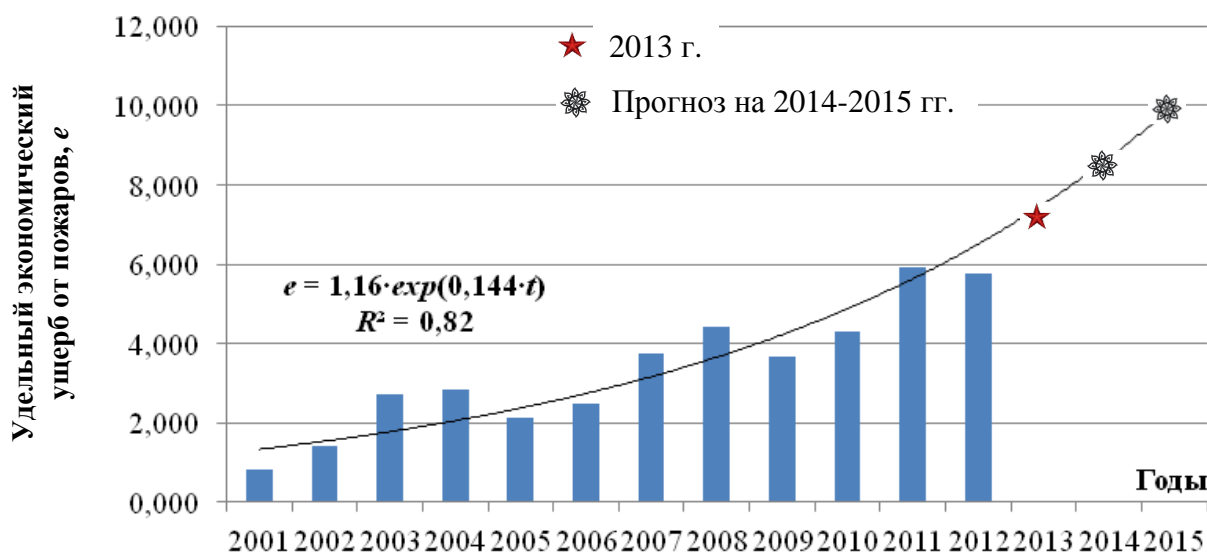


Рис. 2. Динамика УЭУП во Вьетнаме в 2001-2012 гг. (экспоненциальная зависимость)

Экспоненциальная зависимость весьма неплохо (82 %) описывает динамику УЭУП:

$$e = 1,16 \cdot \exp(0,144 \cdot t). \quad (2)$$

Соотношение 2 может использоваться для краткосрочного (1-3 года) прогноза УЭУП во Вьетнаме, и, следовательно, служить основой планирования развития противопожарной службы страны. Это тем более важно, что во Вьетнаме ущерб от пожаров растёт в последние годы с очень высоким темпом, поскольку увеличение мощности хозяйствующих субъектов связано с необходимостью потребления электрической энергии, ростом урбанизации поселений, количества торговых центров и промышленных площадок, зон переработки товаров.

Исключительно важным и статистически надёжным является показатель – число погибших на пожарах, приходящихся на одного пожарного. Назовём его *удельным числом погибших на пожарах (УПП)*.

На рис. 3 показана динамика УПП во Вьетнаме в 2002-2012 гг. Высокую точность аппроксимации (90 %) даёт логарифмическая зависимость:

$$d = -0,01 \cdot \ln(t) + 0,028. \quad (3)$$

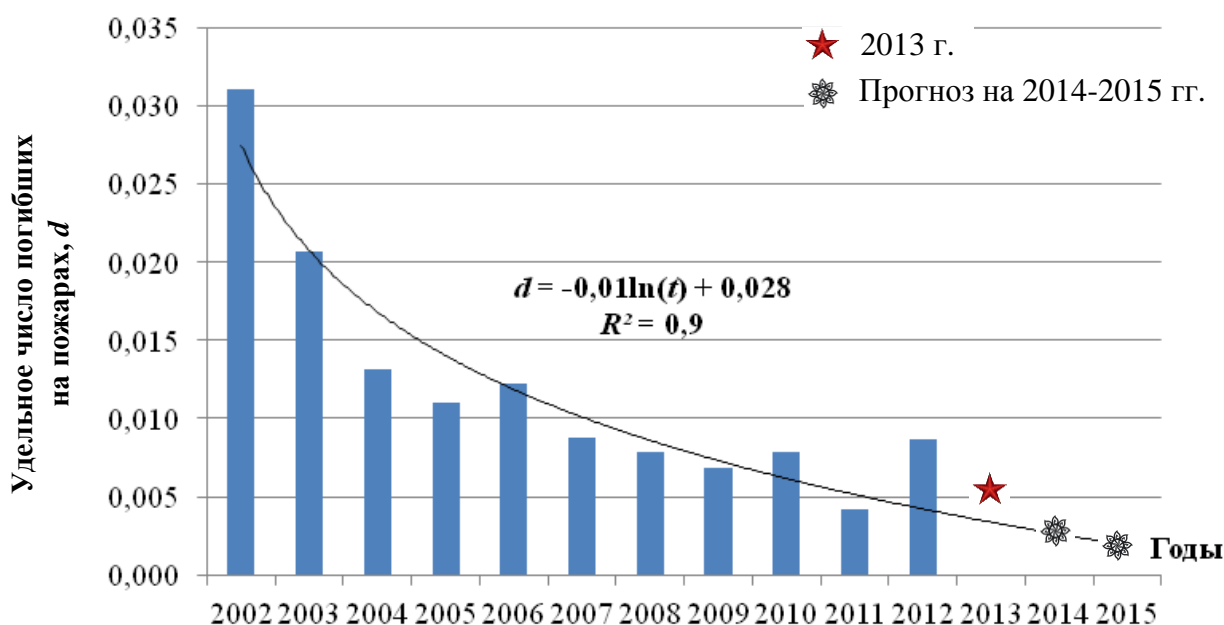


Рис. 3. Динамика УПП во Вьетнаме в 2002-2012 гг. (логарифмическая зависимость)

Сходная картина наблюдается применительно к динамике *удельного числа травмированных на пожарах (УТП)*. На рис. 4 приведена динамика этого показателя во Вьетнаме в 2002-2012 гг.

Логарифмическая зависимость с точностью 85 % описывает динамику УТП во Вьетнаме:

$$w = -0,016 \cdot \ln(t) + 0,06. \quad (4)$$

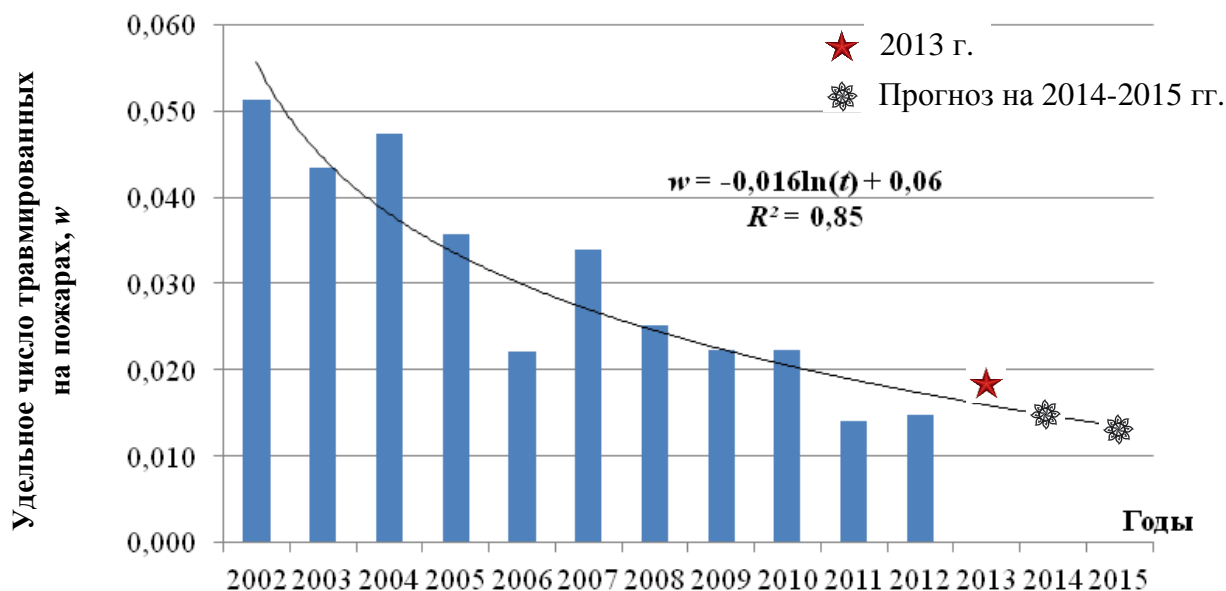


Рис. 4. Динамика УТП во Вьетнаме в 2002-2012 гг. (логарифмическая зависимость)

Аналитические зависимости (1)-(4), с высокой точностью описывающие удельные показатели по пожарам, экономическому ущербу, погибшим и травмированным на пожарах, позволяют:

- осуществлять краткосрочное (1-3 года) планирование и прогнозирование развития кадрового и материально-технического обеспечения противопожарной службы;
- оценивать динамику экономического ущерба, числа погибших и травмированных на пожарах;
- формально ставить и решать задачи оптимального территориально-динамического распределения ресурсов противопожарной службы и управления ими.

Взаимосвязи показателей деятельности противопожарной службы с характеристиками ущербов от пожаров

Эффективное решение задач управления ресурсами противопожарной службы связано не только с надёжными и обоснованными прогнозами пожарной обстановки, но и с пониманием того, как связаны показатели деятельности указанной службы с показателями пожарной безопасности во времени и в территориальном аспекте. Рассмотрим, как связаны удельная нагрузка по пожарам во Вьетнаме удельными показателями экономического ущерба, числа погибших и травмированных на пожарах. На рис. 5 показаны эмпирические данные и теоретическое описание связи УЭУП с УНП во Вьетнаме за 12 лет (2001-2012 гг.).

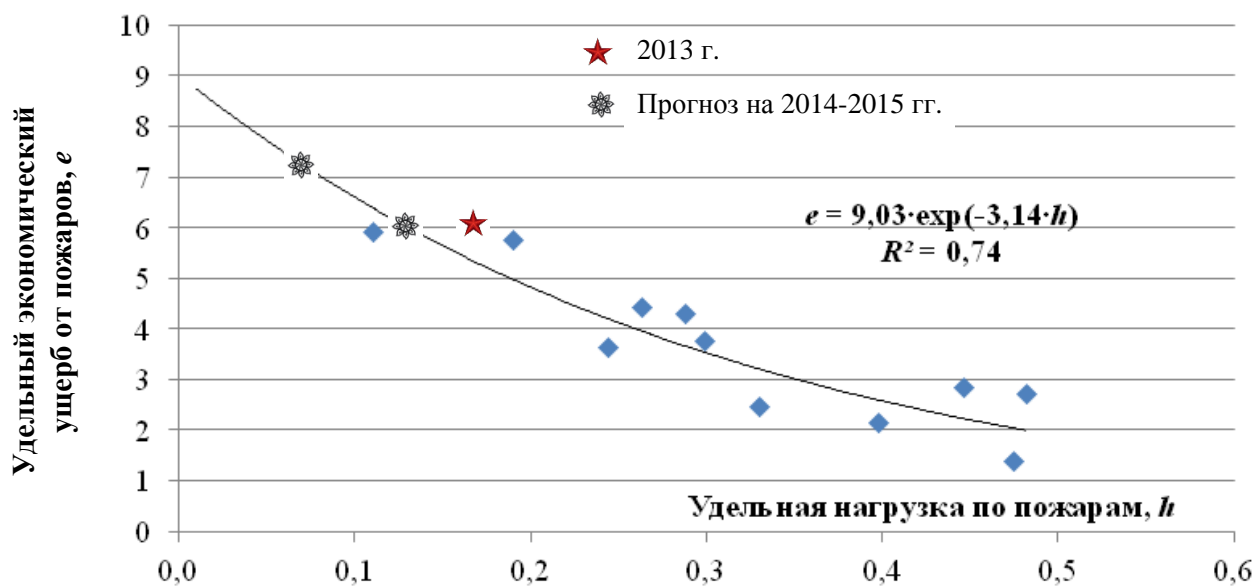


Рис. 5. Связь УЭУП с УНП во Вьетнаме в 2002-2012 гг.
(экспоненциальная зависимость)

Как видно из рис. 5, прослеживается следующая тенденция – чем выше УНП, тем ниже УЭУП. Эта зависимость неплохо описывается экспоненциальной кривой (достоверность – 74 %):

$$e = 9,03 \cdot \exp(-3,14 \cdot h). \quad (5)$$

Такая тенденция объясняется двумя причинами:

во-первых, при более высокой удельной нагрузке по пожарам у личного состава более качественная профессиональная подготовка, мастерство и опыт организации работы на пожаре;

во-вторых, те подразделения противопожарной службы, которые работают в более напряженной обстановке, как правило, лучше оснащены технически, что позволяет более эффективно ликвидировать пожар.

Рассмотрим зависимости удельных чисел погибших и травмированных на пожарах от удельной нагрузки по пожарам.

На рис. 6 приведены эмпирические данные и теоретическое описание связи УПП от УНП во Вьетнаме в 2003-2012 гг. (экспоненциальная зависимость, достоверность – 85 %):

$$d = 0,0033 \cdot \exp(3,45 \cdot h). \quad (6)$$

Опишем связь УПП от УНП (рис. 7) во Вьетнаме в 2001-2012 гг. (экспоненциальная зависимость, достоверность – 89 %):

$$w = 0,0091 \cdot \exp(3,49 \cdot h). \quad (7)$$

Следует отметить, что в отличие от нисходящей зависимости удельного экономического ущерба от удельной нагрузки по пожарам (рис. 6-7), зависимость связи удельных показателей по погибшим и травмированным от удельной нагрузки по пожарам имеет восходящий характер.

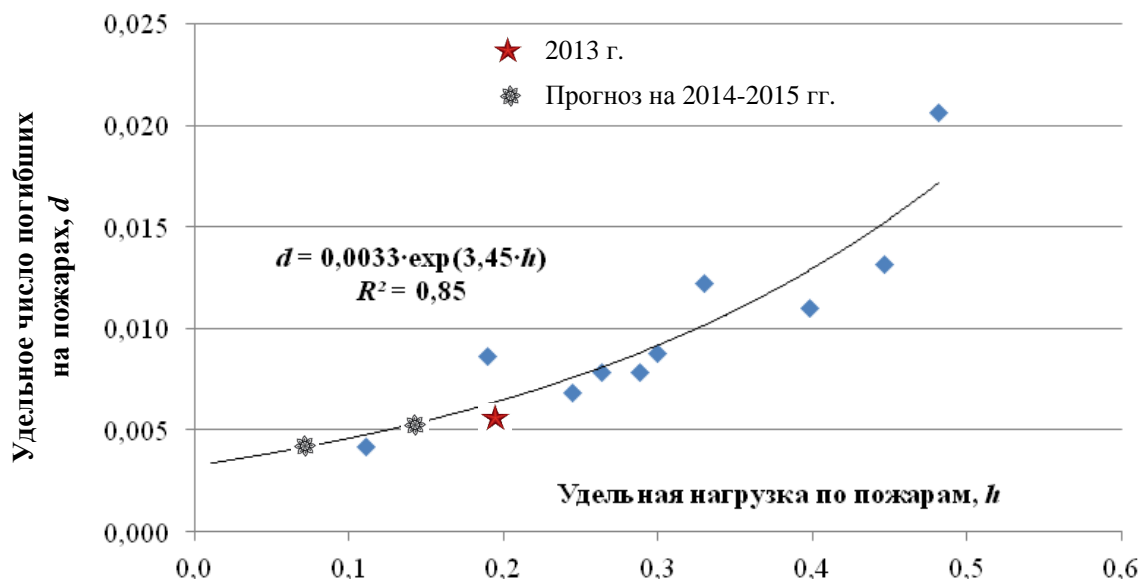


Рис. 6. Связь УППП с УНП во Вьетнаме в 2003-2012 гг.
(экспоненциальная зависимость)

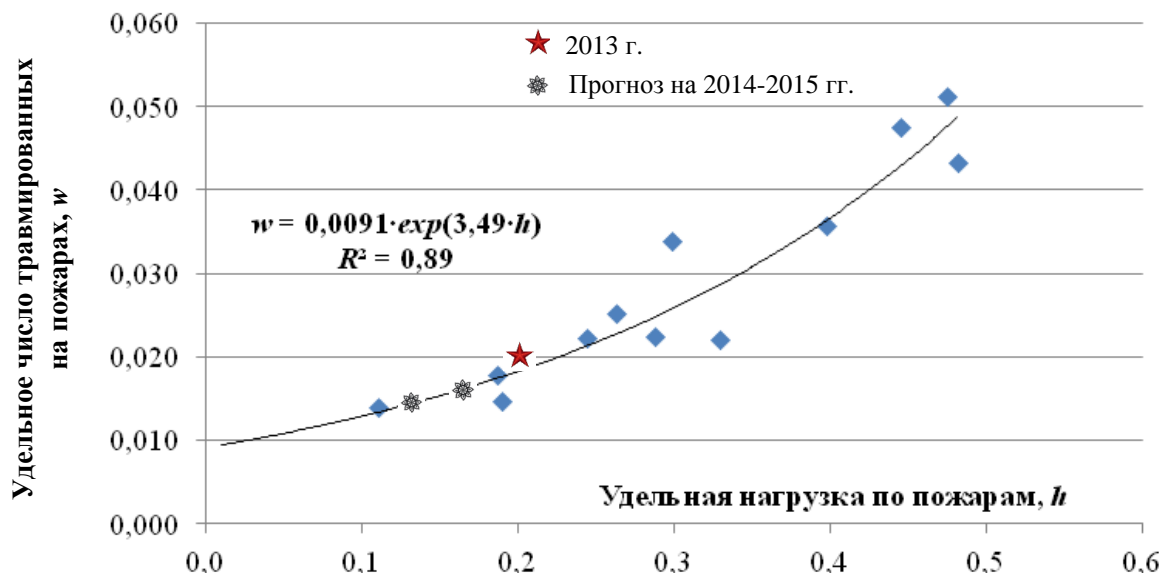


Рис. 7. Связь УППП от УНП во Вьетнаме в 2001-2012 гг.
(экспоненциальная зависимость)

Зависимости (5)-(7) с достаточной точностью описывают связи удельных нагрузок по пожарам с удельными показателями экономического ущерба, погибших и травмированных на пожарах, что даёт возможности, в зависимости от обеспеченности противопожарной службы подготовленным персоналом:

- осуществлять краткосрочное (1-3 года) прогнозирование экономического ущерба от пожаров;
- оценивать число погибших и травмированных на пожарах;
- обосновывать и ставить задачи оптимального территориально-динамического распределения кадровых ресурсов противопожарной службы с целью минимизации экономического ущерба, а также числа погибших и травмированных на пожарах в масштабах страны.

Заключение

В условиях роста экономики Вьетнама возросла пожарная опасность различных объектов. Это привело к необходимости создания новых аналитических инструментов анализа, прогнозирования развития пожарной обстановки. Перспективным направлением в этой связи является применение метода моделирования, который учитывает сложные взаимодействия в триаде "пожарная обстановка – ресурсы противопожарной службы – эффективность борьбы с пожарами". Для разработки современного инструментария и обоснования современных подходов потребовался углубленный анализ территориально-динамических характеристик пожарной обстановки.

Реализованные в статье подходы позволили создать комплекс математических моделей, дающих возможность:

- проводить более целенаправленный структурно-динамический анализ временных и территориальных особенностей пожарной обстановки;
- осуществлять прогнозирование целого ряда характеристик системы пожарной безопасности с учётом влияния на нее деятельности подразделений противопожарной службы.

Все это дало возможность в сложившихся новых условиях функционирования противопожарной службы создать для Вьетнамского управления противопожарной службы и спасательных работ современные аналитические и управленческие инструменты совершенствования деятельности по снижению количества пожаров и ущерба от них.

Литература

1. *Белозеров В.В., Богуславский Е.И., Топольский Н.Г.* Модель оптимизации социально-экономических потерь от пожаров // Проблемы информационной экономики. Вып. VI. Моделирование инновационных процессов и экономической динамики: сборник научных трудов. М.: Ленанд, 2006. С. 226-246.
2. *Брушлинский Н.Н., Соколов С.В.* Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности в России: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 178 с.
3. *Минаев В.А., Скрыль С.В., Тростянский С.Н. и др.* Оценка вероятности возникновения пожаров на основе математической модели, учитывающей факторы, определяющие долю нарушителей требований пожарной безопасности среди собственников объектов // Пожарная безопасность. № 2, 2013. С. 86-91.
4. *Минаев В.А., Тростянский С.Н., Чу К.М.* Оценка вероятности возникновения пожаров при нарушениях требований пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. Вып. № 5 (51). 2013. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
5. *Минаев В.А., Топольский Н.Г.* Методы и модели управления пожарными рисками на основе теории активных систем // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Теория активных систем – ТАС 2014". М.: изд-во ИПУ РАН, 2014. С. 175-176.
6. *Минаев В.А., Топольский Н.Г., Чу К.М.* Снижение пожарных рисков с использованием теории активных систем // Технологии техносферной безопасности. Вып. № 4 (56). 2014. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
7. *Минаев В.А., Топольский Н.Г., Чу К.М.* Управление пожарными рисками с использованием теории активных систем // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2014. № 4. С. 59-65.
8. *Моделирование* пожаров и взрывов // Под ред. Брушлинского Н.Н., Корольченко А.Я.). М.: "Пожарная наука", 2000. С. 383.
9. *Половинкина А.И.* Модели и алгоритмы управления рисками в региональных системах: дисс. ... д-р техн. наук. М.: Академия ГПС МЧС России, 2012.
10. *Polovinkina A.I.* Economic mechanisms of increasing the level of fire safety // Proceedings of the 15th International Conference on Systems Science. Vol. III. Wroclaw, Poland, 2004. С. 426-429.