УДК 614.841

***А.А. Шавлюга*[1], *Н.А. Таратанов*[1], *Е.В. Карасев*[1], *Д.В. Калашников*[2]**
([1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
[2]Испытательная пожарная лаборатория по Ивановской области";
e-mail: taratanov_n@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ПОЖАРА

Анализируются программные комплексы, используемые при определении причин возникновения пожара, оценены их возможности, исследованы положительные и отрицательные стороны при использовании экспертом.

Ключевые слова: *пожарно-техническая экспертиза.*

A.A. Shavlyuga, N.A. Taratanov, E.V. Karasev, D.V. Kalashnikov

APPLICATION SOFTWARE SYSTEMS TO ESTABLISH THE CIRCUMSTANCES OF THE FIRE

The software systems used to determine the causes of fire were analyzed, its capabilities were assessed, its positive and negative sides when used by the expert were examined.

Key words: *fire-technical expertise.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 28 апреля 2017 г.

Несмотря на снижение общего количества пожаров, доля пожаров, возникших вследствие преступного нарушения требований пожарной безопасности, неосторожного обращения с огнем или поджога, увеличивается.

В процессе расследования пожаров необходимо выяснение прямых причинно-следственных связей между действиями подозреваемых и возникновением и развитием горения, что, в свою очередь, невозможно без проведения пожарно-технической экспертизы [1-3].

Пожарно-техническая экспертиза представляет собой комплекс мероприятий, предусматривающий исследование значительного объёма информации, которая образует предмет изучения в рамках нескольких направлений судебной пожарно-технической экспертизы. Первой является "Реконструкция процесса возникновения и развития пожара".

Под реконструкцией пожара принято понимать восстановление событий пожара (с момента возникновения горения до момента его полной ликвидации) во времени и в пространстве, на основе информации, получаемой путем исследования последствий пожара и других сведений (показаний свидетелей, данных об объекте, на котором произошел пожар и др.). Это ответственейшая стадия исследования и экспертизы пожара, позволяющая связать в единую цепь всё происшедшее на пожаре и выявить причинно-следственные связи, лежащие в основе протекания этих событий.

Все вопросы, которые ставятся на разрешение пожарно-технического эксперта, должны находиться в пределах его компетенции и имеющихся специальных знаний [2]. Большая часть адресуемых эксперту вопросов делится на пять основных групп:

- установления очага (места возникновения) пожара;
- развития пожара во времени и пространстве;
- причины пожара;
- нарушений требований в области пожарной безопасности и их причинной связи с возникновением, развитием и последствиями пожара (случившегося или потенциально возможного).

На данные вопросы полностью либо частично должны отвечать программные комплексы, используемые при реконструкции возникновения и развития пожара.

Актуальность проведения реконструкции возникновения и развития пожара обусловлена комплексным подходом к подготовке технического заключения по отработке версий возникновения пожара.

В ряде случаев возникают сложности проведения экспериментов в рамках судебной пожарно-технической экспертизы. Главная трудность заключается в проблеме сбора исходных данных и установления обстоятельств пожара, от которых зависят результаты расчёта или эксперимента.

В последние годы все чаще при производстве сложных экспертиз применяют компьютерное моделирование процесса возникновения и развития пожаров [4, 5]. Одним из первых таких опытов применения было исследование пожара в Псковском кремле, происшедшем в 2010 г. Экспертами Исследовательского центра экспертиз пожаров Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (ИЦЭП) было проведено полевое моделирование турбулентного диффузионного факела (конвективной колонки), образовавшегося над Власьевской башней в ходе развития пожара, с целью изучения возможности последующего возгорания башни Святых ворот.

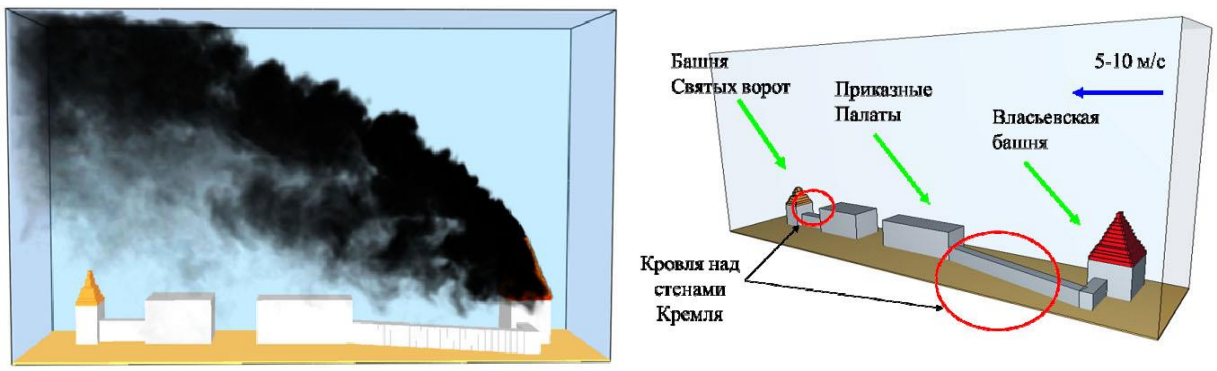

Рис. 1. Моделирование динамики пожара в Псковском кремле

По результатам расчётов эксперт получает модель, анализируя которую можно выдвигать предположения об особенностях развития пожара. Рассматривая различные сценарии возникновения и развития пожара, можно увидеть картину пожара, а отталкиваясь от показаний свидетелей, видео-, фотоматериалов, зная время каждого такого наблюдения и имея локализацию и площадь наблюдаемого горения, становится возможным установить пути и скорость распространения пожара [6]. Как известно, процесс распространение горения в одном и том же помещении может значительно различаться в зависимости от условий, таких как расположение горючих конструкций и материалов (пожарной нагрузки) в зоне пожара, наличие притока воздуха в момент возникновения и развития горения, расположение источника зажигания в помещении и многих других. Поэтому при проведении пожарно-технической экспертизы исследуются не только объекты экспертизы, но и инженерно-техническая документация на него, проводится анализ сведений из материалов дела о факте обнаружения, распространении, тушении пожара, а также изучаются другие данные, имеющие отношение к произошедшему пожару, проводится моделирование процессов, сопровождающих горение.

Программные комплексы, применяемые для реконструкции возникновения и развития пожара, должны отвечать определенным требованиям, чтобы оказывать эксперту посильную помощь в проведении пожарно-технической экспертизы, соответственно и в целях установления обстоятельств возникновения и развития горения, что является одной из главных задач при исследовании пожара.

На данный момент наиболее известны и доступны для реконструкции возникновения и развития пожара следующие программные комплексы: Pyrosim, FireGuide, FireSafety, Сигма ПБ.

Pyrosim [7] – программа, позволяющая создавать и изменять расчётные модели с большим количеством встроенных инструментов. Имеет русифицированный интерфейс, 2D/3D режимы визуализации, автоматический подбор количества ячеек под размер сетки, библиотеки реакций, свойств материалов и поверхностей. Позволяет производить интерактивное редактирование объектов. Имеет возможность импорта существующих входных файлов FDS4 и FDS5 версий. Импорт 2D/3D геометрии из моделей AutoCAD форматов DXF, DWG и STL. Позволяет работать с различными версиями FDS. Имеет удобный встроенный инструмент для запуска процесса выполнения расчёта FDS и просмотр в Smokeview. Запуск расчётов на сетевом кластере с использованием MPI. Позволяет редактировать параметры системы HVAC (отопление, вентиляция и кондиционирование). Разрабатывается в США.

Программа ***FireGuide*** [8] является графической оболочкой для консольных программ FDS+EVAC. Позволяет производить расчёт множества зданий в одном проекте, с указанием участков пожарной нагрузки в помещениях,

и учёт взаимного расположения участков и предельных расстояний. Также возможно добавление собственных материалов и их редактирование. Программа осуществляет импорт содержимого окна AutoCad. Уникальная система анализа чертежей позволяет распознавать на чертеже, импортированном из системы AutoCad, дверные проемы, полости стен и помещения. После анализа чертежа производится автоматическое построение трехмерной модели двумерного чертежа и расстановка датчиков в каждый проём. Программа предоставляет возможность работы с подложкой, которая представляет собой графический файл, загружаемый в программу, для построения требуемой модели. Для каждого этажа может быть загружено несколько подложек. Как и Pyrosim, данный редактор имеет встроенный инструмент для запуска процесса выполнения расчёта FDS и просмотра результатов. Также программа позволяет редактировать параметры спринклеров. Ширина дверного проема устанавливается автоматически с учётом ширины стены. *Разрабатывается в России*.

FireSafety [9] – программный комплекс позволяет моделировать динамику параметров развития и тушения пожара в зданиях с учётом введения средств подачи огнетушащих веществ. Благодаря трёхмерной визуализации процессов развития и тушения пожаров пользователь наблюдает за развитием опасных факторов пожара в помещениях, что позволяет рассмотреть отдельные его аспекты и использовать полученную информацию при принятии решений. Разработанная программа за счёт совокупного взаимодействия модулей позволяет производить анализ обстановки на месте пожара за счет решения систем дифференциальных уравнений, описывающих процесс развития пожара во времени.

Данный программный комплекс рассчитан на моделирование зданий с простой планировкой, в нем нет возможности создания сложной планировки, только помещения с прямоугольными составляющими. Стоит отметить, что положительной стороной программного комплекса является то, что во время моделирования процесса развития пожара возможно учитывать подачу средств тушения. При задании параметров, при которых подаются средства тушения, учитываются изменения параметров распространения ОФП. Такие возможности позволяют оценить эффективность работы подразделений ГПС. *Разрабатывается в России*.

Компьютерная программа ***"Сигма ПБ"*** предназначена для выполнения расчётов распространения опасных факторов пожара, эвакуации из многоэтажных зданий, сооружений и строений различных классов функциональной пожарной опасности, вероятности эвакуации, определения расчётной величины пожарного риска [10]. Программный модуль "Сигма ПБ" позволяет построить трехмерный каркас здания, в котором в последующем возможно сконструировать сценарии пожара и эвакуации с учётом развития пожара, эвакуации людей и определением пожарного риска.

Программа предоставляет возможность выполнить весь цикл действий для определения времени блокирования путей эвакуации ОФП и расчётного времени эвакуации, определения вероятности эвакуации и пожарного риска: от создания трехмерной модели объекта до визуализации выполненных расчётов распространения ОФП и эвакуации людей в трехмерном виртуальном пространстве объекта. Но, при моделирования пожара, в данном программном комплексе мы не можем наблюдать процесс горения (распространения пожара), так как основополагающим является распространения ОФП и расчёт эвакуации людей. *Разрабатывается в России.*

По итогам, подведённым ИЦЭП, исследований пожаров, происшедших в 2016 г., представляющих научный и практический интерес для пожарно-технических экспертов, СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области была отмечена в лучшую сторону.

Так, эксперты СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области, совместно с сотрудниками Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, проводили и проводят численные эксперименты по моделированию пожаров с использованием программы FDS. Научный и практический интерес представляют ряд исследованных пожаров, с применением компьютерного моделирования.

Первым примером является пожар в деревянной церкви Успения (рис. 2) (г. Иваново, ноябрь 2015).

Рис. 2. Вид церкви с северной стороны в ходе проведения реставрационных работ

В результате пожара причинен крупный материальный ущерб, так как объект является культурным наследием федерального значения. Здание церкви восстановлению не подлежит.

Целью реконструкции данного пожара был поиск ответа на традиционные вопросы: где и от чего возник пожар?

Была создана компьютерная модель церкви (в программе *Pyrosim*), на которой впоследствии проводились виртуальные эксперименты по воссозданию пожара (рис. 3).

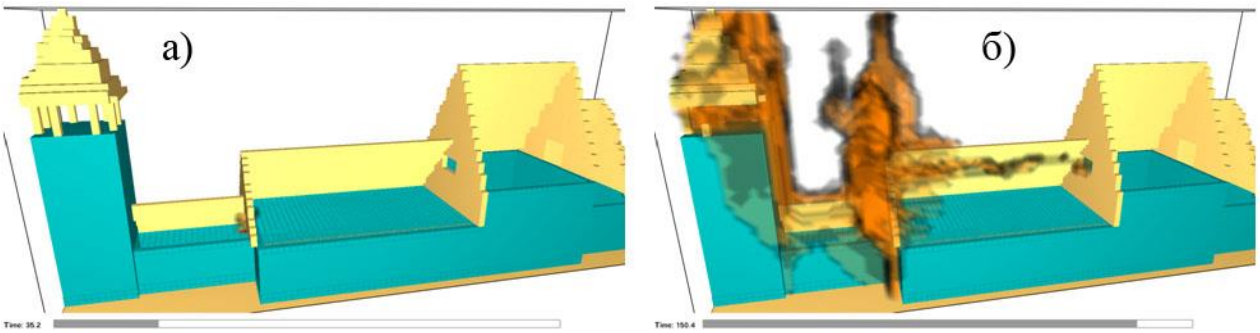

Рис. 3. Модель развития горения на 35,2 *с* и 150,4 *с*

Недостаток программы проявился на 166 *с* эксперимента, когда горение вышло за пределы здания и расчёт динамики развития пожара растянулся на 23 часа.

Второй случай компьютерного моделирования связан с пожаром в помещениях ночного клуба "Таганка" (рис. 4) (г. Иваново, сентябрь 2016 г.). Проведенный эксперимент позволил подтвердить предположение о месте расположения нескольких очагов пожара.

Рис. 4. Внешний вид клуба "Таганка"

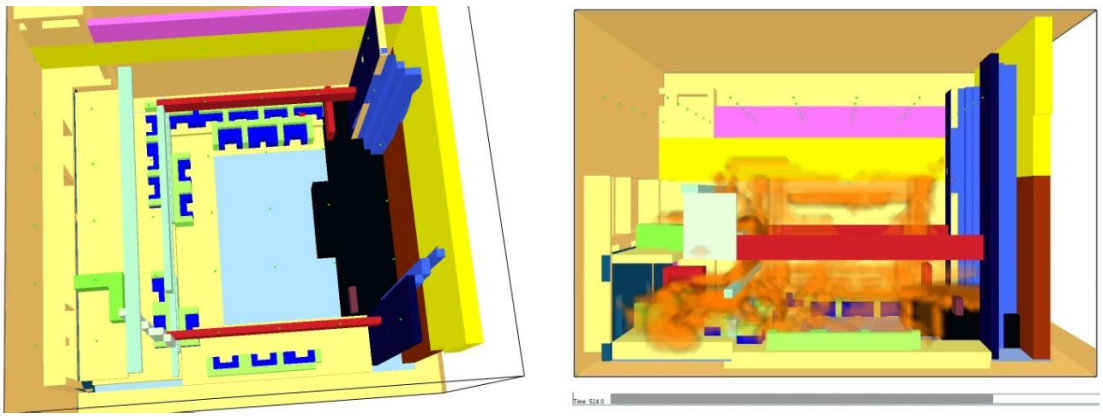

Рис. 5. Модель развития горения клуба "Таганка" на 524 *с*

Третьим примером применения компьютерного моделирования является пожар в ресторане "Запрудка", случившийся в июне 2016 в г. Кохма, Ивановская область (рис. 6).

Рис. 6. Вид ресторана "Запрудка" до пожара

В результате пожара здание ресторана уничтожено. Для реконструкции данного пожара была построена компьютерная модель ресторана в программе FireGuide, на которой впоследствии проводились виртуальные эксперименты по воссозданию процесса возникновения и развития пожара (рис. 7).

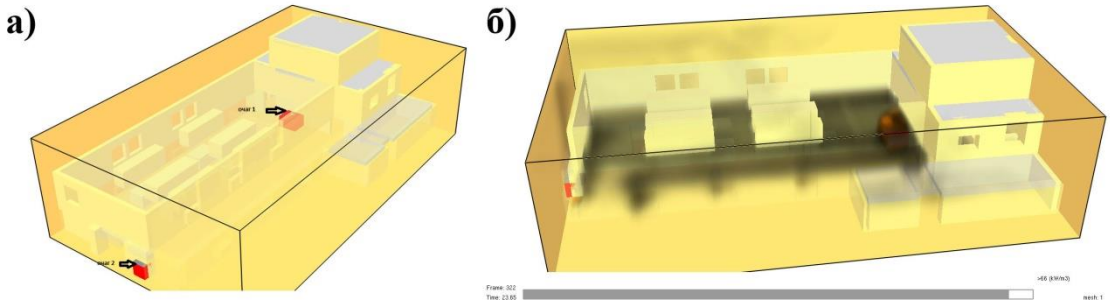

Рис. 7. Модель развития горения ресторана "Запрудка"

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что установленные две не взаимосвязанные между собой зоны горения, в которых усматриваются как признаки направленности горения, так и очага пожара. Причем, огневая связь визуально между ними не установлена. Следовательно, распространение пожара из одной зоны горения в другую, с образованием наблюдаемых следов термических повреждений можно исключить. Анализ повреждений конструкций не противоречит выявленной экспертами картине термических поражений. В данном случае, время воздействия огня на строительные конструкции примерно одинаково, что позволило эксперту выделить указанные зоны горения как два невзаимосвязанных между собой очага пожара.

Заключение

При реконструкции возникновения и развития пожара, использование компьютерных программных комплексов даёт возможность восстановить в виртуальном виде конструкцию и предметную наполненность сгоревшего объекта, что позволяет проводить различные многократные эксперименты, благодаря которым определяются пути распространения опасных факторов пожара на разных его стадиях, местонахождение очага пожара, что, в свою очередь, позволяет выдвигать обоснованные версии о его причине.

Компьютерная реконструкция пожара позволяет получить достаточно достоверную его картину, что повышает эффективность расследования в целом.

Литература

1. ГОСТ 12.1.004-91 "ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования" (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14 июня 1991 г. № 875).
2. Дознание и экспертиза пожаров. Справочное пособие. ИПЛ УПО УВД Волгоградского облисполкома, 1986.
3. Зернов С.И. Задачи пожарно-технической экспертизы методы их решения: учеб. пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 2001. 200 с.
4. Овсянников М.Ю., Мурзин Р.А. Прогнозирование опасных факторов пожара: лабораторный практикум: учеб. пособие. Иваново: ИвИ ГПС МЧС России 2010. 151 с.
5. Приказ МЧС России от 30 июля 2009 года № 382 "Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности".
6. Чешко И.Д., Юн. Н.В., Плотников В.Г. Осмотр места пожара: методическое пособие. М.: ВНИИПО МЧС России, 2004. 503 с.
7. PyroSim. Полевая модель пожара. https://pyrosim.ru/polevaya-model-pozhar.
8. FireGuide. Расчёт категории пожарной опасности. http://www.fireguard.su.
9. Тараканов Д.В., Варламов Е.С., Илеменов М.В. Компьютерное моделирование процессов развития и тушения пожаров в зданиях // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (57). 2014. С. 114-123. http://academygps.ru/ttb.
10. Реестр инновационных продуктов, технологий и услуг, рекомендованных к использованию в Российской Федерации. http://innoprod.startbase.ru.

References

1. GOST 12.1.004-91 "SSBT. Pozharnaia bezopasnost. Obshchie trebovaniia" (utv. Postanovleniem Gosstandarta SSSR ot 14 iiunia 1991 g. No 875).
2. Doznanie i ekspertiza pozharov. Spravochnoe posobie (Inquiry and examination of fires. A reference guide). IPL UPO UVD Volgogradskogo oblispolkoma, 1986.
3. Zernov S.I. Zadachi pozharno-tekhnicheskoi ekspertizy metody ikh resheniia (Tasks of fire-technical examination methods for their solution): ucheb. posobie. M.: EKTs MVD RF, 2001. 200 p.
4. Ovsiannikov M.Iu., Murzin R.A. Prognozirovanie opasnykh faktorov pozhara (Prediction of dangerous fire factors): laboratornyi praktikum: ucheb. posobie. Ivanovo: IvI GPS MChS Rossii 2010. 151 sp.
5. Prikaz MChS Rossii ot 30 iiulia 2009 goda No 382 "Ob utverzhdenii metodiki opredeleniia raschetnykh velichin pozharnogo riska v zdaniiakh, sooruzheniiakh i stroeniiakh razlichnykh klassov funktsionalnoi pozharnoi opasnosti".
6. Cheshko I.D., Iun. N.V., Plotnikov V.G. Osmotr mesta pozhara (Examination of the fire scene): metodicheskoe posobie. M.: VNIIPO MChS Rossii, 2004. 503 p.
7. PyroSim. Polevaia model pozhara (PyroSim. Field model of the fire). https://pyrosim.ru/polevaya-model-pozhar.
8. FireGuide. Raschet kategorii pozharnoi opasnosti (FireGuide. Calculation of fire hazard category). http://www.fireguard.su.
9. Tarakanov D.V., Varlamov E.S., Ilemenov M.V. Kompiuternoe modelirovanie protsessov razvitiia i tusheniia pozharov v zdaniiakh (Computer simulation of processes of development and extinguishing of fires in buildings) // Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti. Vyp. 5 (57). 2014. Pp. 114-123. http://academygps.ru/ttb.
10. Reestr innovatsionnykh produktov, tekhnologii i uslug, rekomendovannykh k ispolzovaniiu v Rossiiskoi Federatsii. http://innoprod.startbase.ru.