

Р.А. Усманов, А.Н. Денисов
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: rim_usmanov_87@mail.ru)

МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ДЛЯ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Анализируются особенности итеративных методов управления пожарно-спасательными подразделениями, основанных на эвристических подходах, для поддержки принятия решений на пожарах в зданиях повышенной этажности.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, здание повышенной этажности.

R.A. Usmanov, A.N. Denisov **METHODS OF RAPID RESPONSE OF FIRE AND RESCUE UNIT FOR HIGH-RISE BUILDINGS**

Analysis the features of iterative methods of management of fire and rescue units based on heuristic approaches for decision support in case of fire in high-rise buildings was carried out.

Key words: support of decision making, high-rise building.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 14 июля 2016 г.

Высотное строительство решает массу проблем в жизни общества: социальных, экономических, получение дополнительных площадей и т.д.

Первые высотные здания появились в XIX веке, когда возникли новые заказчики – крупные предприниматели, и новый конструктивный материал – металл. Эти факторы породили структуру здания с прямоугольным объёмом, стальным каркасом, внутренним ядром (лифтовые шахты и лестничные клетки) и единым нерасчленённым внутренним пространством и наружным ограждением из стеклянных панелей. Облик таких зданий, как правило, не зависит от функционального назначения.

В зависимости от задач, на решение которых направлен тот или иной нормативно-распорядительный документ и определяется высота зданий:

- в этажах [1];

- в высоте расположения этажа (определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин, находящегося на уровне нижней планировочной отметки земли, и нижнего уровня открывающегося проема (окна) в наружной стене верхнего этажа (не считая верхнего технического этажа)) [2];

- в метрах (более 50, 75, 100, 400, 600) [3, 4].

В связи с тем, что здания повышенной этажности (высотные здания) являются уникальными сооружениями, то к ним предъявляются специальные требования и прежде всего – пожарной безопасности. Поэтому несущие конструкции (диафрагмы жёсткости, колонны, стены, лестничные конструкции, перекрытия технических этажей) таких зданий при и после пожара должны сохраниться в работоспособном состоянии без их конструктивного усиления,

при этом типовые конструктивные элементы при "стандартном" пожаре могут быть разрушены [5]. Эти конструктивные требования заставляют по-новому взглянуть на процесс ведения оперативно-тактических действий при тушении пожаров с учётом приказов МЧС, Минтруда России и рекомендаций. Понятие "стандартный" пожар применяется при испытании строительных конструкций на огнестойкость, когда образец конструкции нагружают нормативной нагрузкой и помещают в специальную огневую камеру. Наиболее близко температурный режим "стандартного" пожара отражает развитие пожара в помещениях при пожарной нагрузке, эквивалентной 50 кг/м^2 древесины (рис. 1).

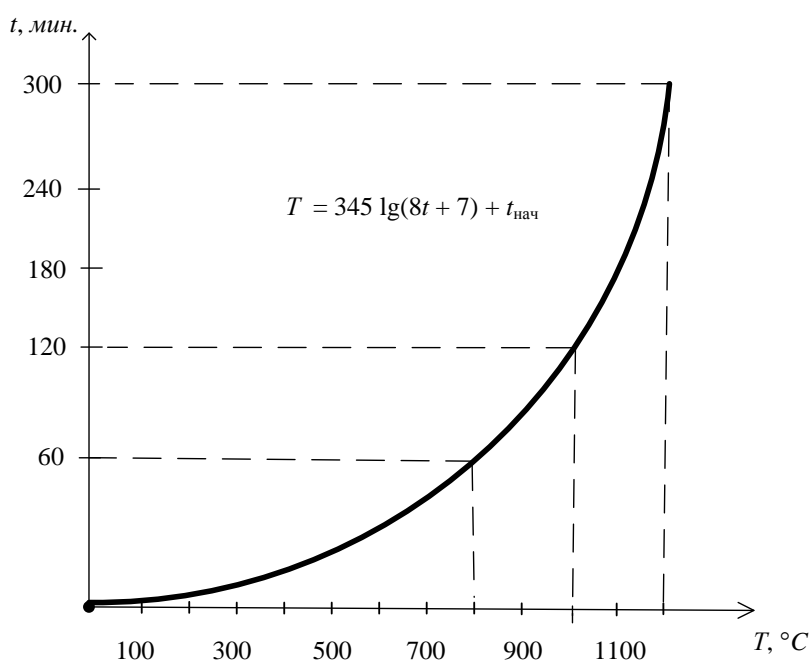


Рис. 1. Изменение температуры при "стандартном" пожаре:
 T – температура пожара, °C; t – время от начала пожара, мин.;
 $t_{\text{нач.}}$ – начальная температура, °C

Оперативные пожарно-спасательные подразделения используют в своей деятельности другие термины – "ординарный пожар" [6], "крупный пожар" [7], "тактически сложный пожар" [8].

Вышеприведённая специфика зданий повышенной этажности требует, чтобы локализация загораний и ликвидация пожара происходили до прибытия пожарно-спасательных подразделений, а в периоды временной неработоспособности систем противопожарной защиты следует предусматривать специальные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Пожар, ликвидированный 30 мая 2006 г. в 32-этажном "Транспорт-Тауэр" (г. Астана, Казахстан) высотой около 130 м, показал особую опасность фасадных систем. В локализации и ликвидации этого пожара приняли участие 25 пожарных расчётов и 130 бойцов гарнизона. В результате пожара полностью выгорели кровля

и шпиль, пламенем уничтожена облицовка около 15 этажей на одной стороне и все 32 этажа – на другой, внутри здания ничего не сгорело. Пожар сопровождался разлетом осколков фасада и стекла, от которых пострадали 2 пожарных.

Кривые распределения температуры при выходе горячих газов (дыма) из окон на наружную стену при пожаре, полученные при испытаниях, приведены на рис. 2. Трещины и разрушение оконного остекления (из обычного оконного стекла) в помещении с очагом пожара начинали наблюдаться через 10-15 мин. от начала "стандартного" пожара. Через 25-30 мин. начиналось разрушение остекления вышележащего этажа [5, 9, 10].

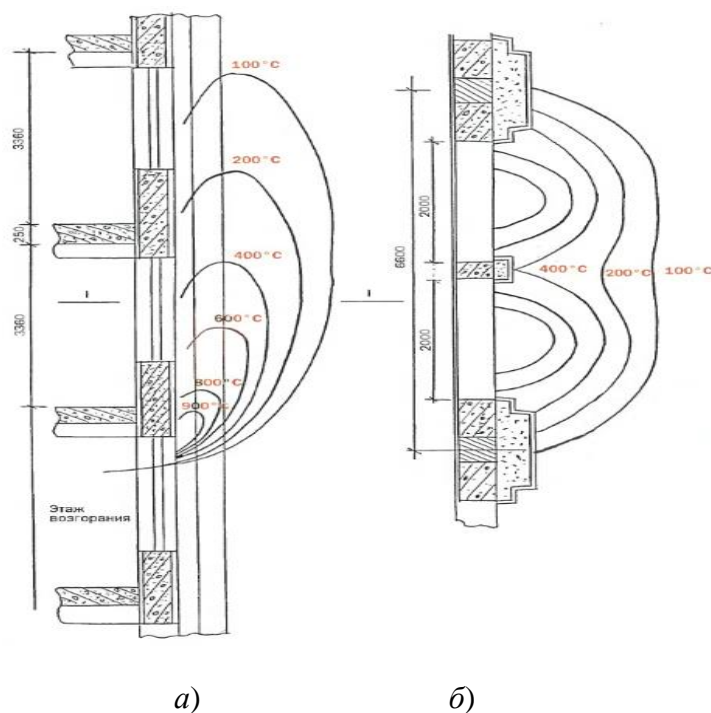


Рис. 2. Экспериментальное распределение температуры при пожаре:
а) вертикальный разрез наружной стены; б) план по I – I

Обобщённый процесс ведения оперативно-тактических действий при пожаре осуществляется на основе информации о текущей площади пожара ($S_{п}, м^2$) и его тушения ($S_{т}, м^2$) и сравнения их с тактическими возможностями пожарного подразделения, а также информации об интенсивности подачи огнетушащих веществ и изменении площади пожара. Проиллюстрируем это алгоритмом итеративного моделирования процесса оперативного реагирования для расчёта показателей плана пожаротушения здания повышенной этажности:

1. По известным значениям $S_{п}$ и $S_{т}$, а также выписки из расписания выезда пожарно-спасательных подразделений для здания повышенной этажности строят графики зависимостей $N(t)$ сосредоточения ресурсов пожаротушения мобильными средствами и их расходования. На рис. 3, 4 указанные графики аппроксимированы прямыми вида $N_1 = N_A + S_{п} t$ (рис. 3); $N_2 = N_{Г} - S_{т} t$ (рис. 4).

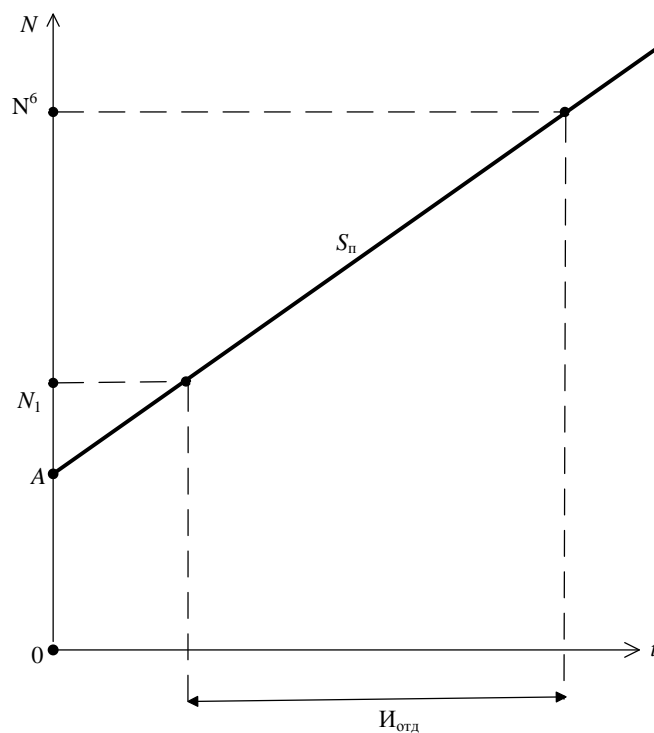


Рис. 3. Аппроксимация сосредоточения ресурсов пожаротушения мобильными средствами:

N_1 – ранг пожара минимальный; N^6 – ранг пожара минимальный;
 A – локализация пожара автоматикой или первичными средствами пожаротушения;
 $N_Г$ – ресурсы пожаротушения пожарно- спасательного гарнизона

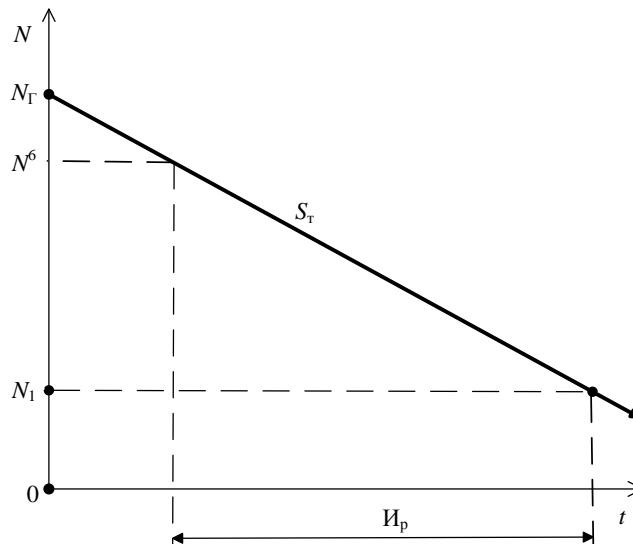


Рис. 4. Аппроксимация расходования ресурсов пожаротушения мобильными средствами

2. Определяют допустимые интервалы ведения операций при оперативно-тактических действиях в здании повышенной этажности $И_{отд}$ и расходования ресурсов пожаротушения мобильными средствами $И_р$. Максимальный N^6 и минимальный N^1 номера вызова определяются в нормативно-распорядительным документам исходя из минимизации возможных потерь здания повышенной этажности и исключения человеческих жертв.

3. Руководствуясь полученными графиками и соотношением $I_{отд}(I_p) = f(t)$, идентифицируют область однозначно приемлемую для проведения оперативно-тактических действий в здании повышенной этажности и позволяющую избежать указанных выше потерь;

4. Поскольку пожарно-спасательная часть, как правило, имеет свой подрайон выезда и обслуживает не только здания повышенной этажности, при разработке плана пожаротушения необходимо решить задачу выбора приоритетов высылки подразделений на пожар в здания повышенной этажности. С использованием функции приоритета $\Pi(t) = Q_p(t) \cdot Ц / T_p - t$, где $Q_p(t)$ – объём оперативно-тактических действий, реализуемых при выполнении цели выезда пожарно-спасательного подразделения; $Ц$ – цель выезда пожарно-спасательного подразделения в соответствии с нормативно-распорядительными документами; t – текущее время в границах нормативного реагирования T_p .

5. Согласно зависимости $\Pi(t)$, строится график, на котором для абсциссы $T_p - t_{ц}$ (где $t_{ц}$ – время реагирования в соответствии с целью выезда пожарно-спасательного подразделения) можно найти некоторую величину $\Pi(t_{ц})$, когда обеспечивается своевременное, без потерь, реагирование на вызов в здание повышенной этажности.

6. При определении требуемого приоритета прибытия пожарно-спасательных подразделений строятся несколько подобных кривых для различных целей выезда, что соответствует перераспределению приоритетов по времени реагирования на вызов в здание повышенной этажности. На рис. 5, изображены две зависимости $\Pi(t_{ц})$: на интервале $t_1 - t_2$ высокий приоритет реагирования присваивается более низкой (по номеру) цели выезда (жирная линия), а на интервале $t_2 - t_3$ – более высокой (тонкая линия). Заметим, что перелом кривой в точке t_2 соответствует такому состоянию реагирования пожарно-спасательного подразделения, когда появляются дополнительные риски при задержке обслуживания вызова. Кривая $\Pi(t)$ после точки перелома с абсциссой t_2 строится непосредственным расчётом величины изменения объёма оперативно-тактических действий, реализуемых при выполнении цели выезда пожарно-спасательного подразделения в зависимости от сосредоточения ресурсов пожаротушения мобильными средствами и их расходовании, $N(t)$.

7. В заключение расчёта показателей плана пожаротушения определяют ресурсы пожаротушения, планируют оптимальные маршруты следования на вызов и рассчитывают номер вызова в пожарно-спасательном гарнизоне.

При такой постановке и решении задачи управления пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожара в зданиях повышенной этажности проявляется системный подход, учитывающий ход ведения оперативно-тактических действий, развитие пожара и состояние конструкций здания. Тем самым получается объектно-ориентированная система обеспечения пожарной безопасности, особенностью которой является итеративное моделирование динамического процесса оперативного реагирования.

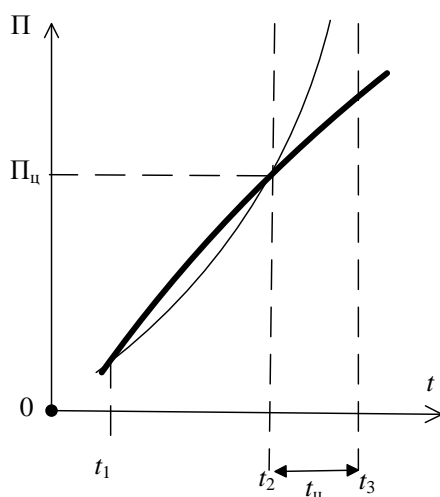


Рис. 5. Функции приоритета

Динамическая итеративная модель учитывает непрерывный процесс деятельности пожарно-спасательного гарнизона в принятом горизонте планирования, изменение количества задействованных сил и средств пожаротушения, контроль возникающих возгораний. Методологической основой описываемой системы являются, "эвристические подходы" основанные на глубоких профессиональных знаниях старшего оперативного должностного лица на пожаре и применении экспертных систем. Экспертная система включает базу данных и знаний с гибким анализатором и синтезом решений; предусматривающем обучение и накопление опыта, адаптацию системы к условиям внешней среды.

Литература

1. *СП 54.13330.2011.* Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003.
2. *Федеральный закон* РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (ред. от 23.06.2014).
3. *Градостроительный кодекс* Российской Федерации от 29 декабря 2004 № 190-ФЗ (с изм. и доп. от 01.03.2015).
4. *Совет* по высотным зданиям и городской среде обитания. <http://www.ctbuh.org>.
5. *Современное* высотное строительство: монография. М.: ГУП "ИТЦ Москомархитектуры", 2007. 440 с.
6. *Абдурагимов И.М.* Несостоятельность идеи применения тонкораспыленной и "термоактивированной" (перегретой) воды для пожаротушения // *Пожаровзрывобезопасность*. 2011. № 6. С. 54-58.
7. *Методические* рекомендации по изучению пожаров от 27 февраля 2013 г. № 2-4-87-2-18.
8. *Денисов А.Н., Власов К.С., Зыков В.В.* Анализ данных количества пожарной техники, привлекаемой для тушения тактически сложных пожаров // *Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сб. ст. по материалам IV всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч.* / Воронеж: Воронежский институт ГПС МЧС России, 2013. С. 104-108.
9. *Денисов А.Н., Лукьянченко А.А., Соколов А.В., Григорьев А.Н.* Исследование факторов влияющих на управление пожарными подразделениями при тушении пожаров в помещениях // *Пожаровзрывобезопасность*. 2011. № 8. С. 48-52.
10. *Денисов А.Н., Пигусов Д.Ю.* Экспериментальное исследование развития и тушения пожаров в жилых квартирах // *Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: сборник тезисов науч.-практ. конф.* М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. С. 151-154.