

М.Ю. Мальченко, студент, НУГЗУ, Харьков

А.В. Васильченко, кандидат технических наук, доцент, НУГЗУ, Харьков

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СПАСЕНИЕ ЛЮДЕЙ ИЗ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

При возникновении пожара в высотном здании трудности при проведении спасательных работ могут возникнуть, когда основные эвакуационные пути (лестницы, коридоры) заблокированы, и для спасения используются специальные технические средства спасения (ТСС). В данное время разработаны различные виды ТСС: тросовые устройства, эластичные рукава, спасательные парашюты, специальные навесные лифты и т.п. [1].

Для успешной эвакуации людей в экстремальных условиях из высотных зданий при недоступности основных эвакуационных путей необходимо определить типовые наборы и необходимое количество ТСС в зависимости от их характеристик и особенностей объемно-планировочных и конструктивных решений высотных зданий [2].

Основное условие спасения людей с помощью ТСС [3]:

$$[\tau_{эв} = f(y_1, y_2, y_3, \dots, y_i)] \leq [\tau_{ф} = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i)] , \quad (1)$$

где $\tau_{эв}$ – фактическое время, необходимое для эвакуации людей из здания в безопасное место с помощью ТСС; $\tau_{ф}$ – время безопасного функционирования ТСС; y_i, x_i – факторы, влияющие на продолжительность эвакуации людей и безопасную эксплуатацию ТСС, соответственно.

Фактическое время эвакуации одного человека с помощью индивидуального ТСС можно представить в виде суммы:

$$\tau_{эв} = (t_{сооб} + t_{н/вых} + t_{реш} + t_{н/ТСС}) + (t_{р/пол} + t_{ТСС}) = \Sigma t_{поиск1} + \Sigma t_{учл1} , \quad (2)$$

где $t_{сооб}$ – время от начала пожара до получения сообщения (информации) человеком об опасности; $t_{н/вых}$ – время, затраченное на поиск выходов с этажа (из помещения); $t_{реш}$ – время, необходимое для принятия решения об использовании ТСС (анализ информации, оценка ситуации, выбор варианта действий); $t_{н/ТСС}$ – время, необходимое на поиск ТСС; $t_{р/пол}$ – время приведения ТСС в рабочее положение, включая загрузку людьми коллективных ТСС дискретного действия; $t_{ТСС}$ – время эвакуации с помощью ТСС (транспортирование человека в безопасное место).

Определить фактическое время эвакуации всех людей с этажа с помощью однотипных ТСС можно по формулам:

а) для индивидуальных ТСС однократного применения (например, веревочных устройств или парашютов) при условии их достаточности:

$$\tau_{эв} = \sum t_{ноускд} + \sum (t_{услн} \cdot k_{оч}) = \sum t_{ноускд} + \sum (t_{услн} \frac{n l_{эф}}{l_{своб}}); \quad (3)$$

б) для индивидуальных ТСС многократного применения (например, веревочных устройств)

$$\tau_{эв} = \sum t_{ноускд} + \sum (t_{услн} \cdot k_{оч}) + k_{оч} \cdot t_{новт} = \sum t_{ноускд} + \sum (t_{услн} \frac{n}{N_m}) + (t_{новт} \frac{n}{N_m} - 1); \quad (4)$$

в) для коллективных ТСС дискретного действия многократного применения (например, навесного лифта)

$$\tau_{эв} = \sum (t_{ноускд} \cdot k_{кол}) + \sum (t_{услн} \cdot k_{оч}) + k_{оч} \cdot t_{новт} = \sum (t_{ноускд} \cdot k_{кол}) + \sum (t_{услн} \frac{n}{n_{ТСС} \cdot N_m}) + (t_{новт} \frac{n}{n_{ТСС} \cdot N_m} - 1); \quad (5)$$

г) для коллективных ТСС непрерывного действия многократного применения (например, эластичного рукава)

$$\tau_{эв} = \sum (t_{ноускд} \cdot k_{кол}) + \sum (t_{услн} \cdot k_{оч}) = \sum (t_{ноускд} \cdot k_{кол}) + \sum (t_{услн} \frac{n}{N_m}), \quad (6)$$

где $k_{оч}$ – коэффициент очередности; n – количество людей на этаже; $l_{своб}$ – ширина свободных для эвакуации внешних проемов; $l_{эф}$ – эффективная ширина используемого ТСС; $t_{повт}$ – время повторного приведения ТСС в рабочее положение; N_T – количество задействованных ТСС; $n_{ТСС}$ – вместимость дискретного ТСС; $k_{кол}$ – коэффициент коллективности, учитывающий групповое перемещение людей к ТСС.

Формулы (2)-(6) являются базовыми. В них не учитываются многие факторы, оказывающие влияние на фактическое время эвакуации в реальных условиях, например, проявления паники, давка при попытке воспользоваться ТСС и др. Также, здесь не рассматриваются случаи эвакуации одновременно при помощи ТСС различных типов и с нескольких этажей.

Анализ группы факторов, от которых зависит продолжительность эвакуации людей (y_i), позволяет выделить несколько наиболее важных из них.

y_1 – факторы, характеризующие общее физическое и психологическое состояние. Они влияют на время принятия решения к действиям при пожаре ($t_{п/вых}, t_{реш}$).

y_2 – факторы, характеризующие свойства систем противопожарной защиты, которые в значительной мере влияют на перемещения людей ($t_{сооб}, t_{п/вых}, t_{реш}, t_{п/тсс}, t_{р/пол}, k_{кол}$).

y_3 – факторы, учитывающие использование ТСС в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных особенностей здания. Они влияют на $t_{п/вых}, t_{п/тсэ}, t_{тсс}, t_{повт}$.

y_4 – факторы, характеризующие осведомленность людей касательно порядка использования основных путей эвакуации и поведения с ТСС, влияющие на $t_{п/вых}$, $t_{реш}$, $t_{п/тсс}$, $t_{р/пол}$, $k_{кол}$.

y_5 – факторы, характеризующие действия обслуживающего персонала, организующего эвакуацию людей (влияют на $t_{п/вых}$, $t_{п/тсс}$, $t_{р/пол}$, $k_{кол}$).

Также, возможно существование и других факторов, от которых будет зависеть время спасения людей с верхних этажей высотного здания.

Для выявления наиболее значимых факторов можно попробовать оценить связанные с ними риски. В общем виде формула для вычисления риска (R) выглядит [4]:

$$R = P \cdot U , \quad (7)$$

где P – вероятность наступления деструктивного события; U – математическое ожидание ущерба от события.

Из перечисленных выше групп факторов можно выделить некоторые для определения количественной оценки рисков: возникновение из-за стресса неадекватного поведения у человека; получение травм человеком от опасных факторов пожара; ошибки в действиях обслуживающего персонала; неумелое использование основных путей эвакуации при поиске ТСС; несрабатывание систем противопожарной защиты (полное, частичное, ошибочное, неэффективное); неспособность обнаружения и приведения в рабочее положение ТСС; психологическая неспособность воспользоваться ТСС; отказ работы ТСС (полный, частичный).

Для прогноза индивидуального риска (вероятность гибели человека в течение года от определенных причин (или их совокупности) в определенной точке пространства) используется формула, приведенная в работе [5]:

$$R_u(x, y) = \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} P_{Q(x,y)} F(A_m) , \quad (8)$$

где $P_{Q(x,y)}$ – вероятность воздействия на человека в точке с координатами (x, y) Q -го поражающего фактора с интенсивностью, соответствующей гибели (поражению) человека при условии реализации A_m -го события (аварии, пожара, стихийного или иного бедствия); $F(A_m)$ – частота возникновения A_m -го события в год; M – множество индексов, которое соответствует рассматриваемым событиям; L – множество индексов, которые соответствуют перечню всех поражающих факторов, возникающих при рассматриваемых событиях.

Значение индивидуального пожарного риска, учитывая условия рассматриваемой ситуации, примет вид:

$$R_u = Q_{пр.л} \cdot Q_{офп} = Q_{пр.л} \cdot (1 - P_{э.л}) \cdot (1 - P_{ппз}) , \quad (9)$$

где $Q_{пр.л}$ – вероятность присутствия людей; $Q_{офп}$ – вероятность воздействия опасных факторов пожара; $P_{э.л}$ – вероятность успешной эвакуации людей; $P_{ппз}$

– вероятность эффективной работы противопожарных систем защиты. Под эффективной работой противопожарных систем защиты подразумевается эффективность работы автоматической пожарной сигнализации ($T_{пс}$), систем оповещения ($T_{оп}$), установок пожаротушения ($T_{пт}$), вентиляции и дымоудаления ($T_{вд}$) а также технических средств эвакуации ($T_{тсс}$).

При невозможности использования основных путей эвакуации второй множитель не учитывается и формула примет вид:

$$R_u = Q_{нр.л} \cdot (1 - P_{нмз}). \quad (10)$$

Риски можно оценивать статистическими или вероятностными методами, но не исключено, что в ряде случаев потребуются и иные методы. Выявление и количественная оценка различных рисков дают основания для управления рисками, т.е. для разработки и реализации комплекса мероприятий, позволяющих снизить значение рисков до приемлемого уровня.

Таким образом, предложенный подход позволяет оценить фактическое время спасения людей с произвольного верхнего этажа высотного здания с помощью однотипных ТСС. Также показано, что для выявления наиболее значимых факторов можно оценивать связанные с ними риски.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашевник Б.Л. Условия для возможности использования на зданиях аварийно-спасательного снаряжения. Проблемы и решения / Кашевник Б.Л. // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – №5. – С. 37–39.

2. Васильченко О.В. Варіант класифікації технічних засобів евакуації людей з висотних будівель / Васильченко О.В., Стець М.М., Полуляшна Т.М. // Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: ХУПС, 2005. – Вип.6(6). – С. 98–100.

3. Васильченко О.В. Визначення основної вимоги застосування технічних засобів евакуації людей з висотних будинків / Васильченко О.В., Стець М.М. // Зб. наук. праць "Проблемы пожарной безопасности". – Харків: АЦЗУ, 2005. – Вип.18. – С. 23–26.

4. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски. Вып. 1. Основные понятия / Брушлинский Н.Н. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 57 с.

5. Шахраманьян М.А. Комплексная оценка риска от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / Шахраманьян М.А., Ларионов В.И., Нигметов Г.М. и др. // Безопасность жизнедеятельности. – 2001. – №12. – С. 8–14.