
УДК 614.849

Оценочный расчет риска возникновения пожара для общественных зданий

Баландин В.М., Барышев М.Д.

В статье рассмотрены существующие условия пожарной безопасности общественного здания. Для общественных зданий при расчете пожарного риска применяется методика, по которой определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании: анализа пожарной опасности зданий; определения частоты реализации пожароопасных ситуаций; построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития; оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития; наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий. Для определения значений риска в качестве критерия принимается расчетное время, необходимое для эвакуации людей из общественного здания. Раскрыты особенности расчета категорий помещений и присвоения им конкретной категории в зависимости от наличия той или иной пожарной нагрузки. Для описания термодинамических параметров пожара выбран зонный метод. Созданы алгоритм и вычислительная программа по определению характеристик процесса эвакуации. Моделирование возможных опасных ситуаций и внедрение расчетных методов оценки соответствия общественных зданий показателю индивидуального пожарного риска повысит эффективность государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: пожар, общественное здание, пожарный риск, категория по взрывопожарной и пожарной опасности, эвакуация людей, расчет.

Estimated calculation of risk of emergence of the fire for public buildings

Balandin V.M., Barishev M.D.

In article the existing conditions of fire safety of the public building are considered. The technique by which determination of settlement sizes of fire risk is carried out on the basis is applied to public buildings at calculation of fire risk: analysis of fire danger of buildings; determination of frequency of realization of fire-dangerous situations; creation of fields of dangerous factors of the fire for various scenarios of its development; estimates of consequences of impact of dangerous factors of the fire on people for various scenarios of its development; existence of systems of ensuring fire safety of buildings. For determination of values of risk as criterion the estimated time necessary for evacuation of people from the public building is accepted. Features of calculation of categories of rooms and assignment of concrete category by it depending on existence of this or that fire loading are opened. For the description of thermodynamic parameters of the fire the zonal method is chosen. The algorithm and the computing program for definition of characteristics of process of evacuation are created. Modeling of possible dangerous situations and introduction of calculation methods of an assessment of compliance of public buildings to an indicator of individual fire risk will increase efficiency of the state fire supervision.

Keywords: the fire, the public building, fire risk, category on fire and explosion and fire danger, evacuation of people, calculation.

Введение

Основным документом, описывающим меры и принципы обеспечения пожарной безопасности, является технический регламент о требованиях пожарной безопасности. В соответствии с данным регламентом существует два пути обеспечения пожарной безопасности.

Первый путь регламентирует выполнение все требований данного технического регламента, а также требуется доказать что пожарный риск на объекте не превышает допустимых значений. Вторым путем наряду с выполнением всех требований технического регламента предусматривается также реализация нормативных документов по пожарной безопасности. Классы пожарной опасности зданий определяются согласно СНиП [7]. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д. Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов. [8] Целью данной статьи является оценка соответствия общественных зданий показателю пожарного риска с использованием методов моделирования возможных опасных ситуаций.

Оценочный расчет пожарного риска как способ обеспечения пожарной безопасности объекта

В соответствии с [4] на объекте необходима разработка инструкции о мерах противопожарной безопасности и наличие планов эвакуации людей при пожаре.

Размеры планов эвакуации выбирают в зависимости от его назначения, площади помещения, количества эвакуационных и аварийных выходов. Планы эвакуации следует вывешивать на стенах помещений и коридоров, на колоннах и в строгом соответствии с местом

размещения, указанным на самом плане эвакуации. [1].

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т. д.).

Допускается использование официально опубликованных справочных данных по пожароопасным свойствам веществ и материалов, а также показателей пожарной опасности для смесей веществ и материалов по наиболее опасному компоненту [8].

На практике специалисты сталкиваются с ситуациями, когда выполнение всех требований установленных техническим регламентом, а также всеми нормативными документами, относящимися к конкретному объекту весьма затратные для выполнения. При этом значительного снижения риска возникновения пожара или гибели при пожаре реализация требований могут не нести, а некоторые требования, например затрагивающие объемно-планировочные решения путей эвакуации, выполнить практически невозможно, так как может потребоваться полная перепланировка здания.

Авторы предлагают пойти по другому пути обеспечения пожарной безопасности здания, а именно выполнить требования установленные данным техническим регламентом, а также доказать что пожарный риск не превышает допустимых значений, которое составляет 10-6 в год [10].

В рамках данной статьи предлагается последовательность оценочного расчета пожарного риска, для предварительной оценки и принятия решения о способе обеспечения пожарной безопасности объекта.

Для общественных зданий при расчете пожарного риска применяется методика, по которой определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- а) анализа пожарной опасности зданий;

б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;

в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;

г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;

д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий. [5].

Расчет категории помещения производится в соответствии с требованиями, описанными в главе 8 статье 27 [10] и методикой, описанной в [8]. В помещениях категорий В1-В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в таблице 2 [8]. Общие и промышленные здания и сооружения должны иметь на каждом этаже не менее двух переносных огнетушителей [7].

Тип система оповещения и управления эвакуацией людей устанавливается в соответствии с [6]. Допускается использовать более высокий тип системы оповещения. При выборе типа системы учитывается функциональное назначение здания, этажность, количество мест в зале. Блок-схема, иллюстрирующая порядок проведения расчета индивидуального пожарного риска, представлена в [5].

При проведении анализа объекта следует отнести здание к соответствующему классу функциональной пожарной опасности.

Частота реализации пожароопасных ситуаций на объекте устанавливается в соответствии с приложением №1 к пункту 8 методики [5]. Частота реализации пожароопасных ситуаций – это статистическая частота пожаров на похожих объектах, с тем же функциональным назначением. Разрешается использовать частоту реализации пожароопасных ситуаций, не только из таблицы методики, но и взятую из проверенных статистических источников. При отсутствии статистических данных устанавливается значение $4 \cdot 10^{-2}$.

Сценарии развития пожара, включая выбор места нахождения первоначального очага пожара, формулируются экспертным путем, а горячая нагрузка выбирается в пособии [3].

Математическую модель развития пожара формулируется согласно методике [5]. Для описания термогазодинамических параметров пожара применяются три основных группы детерминистических моделей: интегральные, зонные (зональные) и полевые.

Данные модели имеют следующие области применения:

- интегральный метод: для зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации; для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз); для предварительных расчетов с целью выявления наиболее опасного сценария пожара;

- зонный (зональный) метод: для помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз), когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения; для рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (наклонный зрительный зал кинотеатра, антресоли и т.д.);

- полевой метод: для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.); для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т.д.); для иных случаев, когда приме-

нимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.) [5].

В качестве основы выбран зонный метод расчета динамики опасных факторов пожара, который основан на фундаментальных законах природы – законах сохранения массы, импульса и энергии. Зонные математические модели пожаров в основном используются для исследования динамики опасных факторов пожара в начальной его стадии.

В начальной стадии распределение параметров состояния газовой среды по объему помещения характеризуется большой неоднородностью. В этот период времени пространство внутри помещения можно условно поделить на ряд характерных зон с существенно различающимися температурами и составами газовых сред. Границы этих зон по мере развития пожара мигрируют, т.е. в течение времени геометрическая конфигурация зон меняется.

Процесс развития пожара можно представить следующим образом. После воспламенения горючих веществ газообразные продукты горения устремляются вверх, образуя над очагом пожара конвективную струю. Достигнув потолка помещения, эта струя растекается, образуя припотолочный слой задымленного газа. В течение времени толщина этого слоя увеличивается [2, с.81.].

Расчет распространения опасных факторов пожара производился с использованием зонной модели при помощи программного средства ZModel. Результаты расчета показывают, что наиболее опасным фактором пожара в общественном здании является потеря видимости в дыму в помещении очага пожара и коридоре. Расчетное время эвакуации людей определяется по математической модели индивидуально-поточного движения людей из зда-

ния, приведенной в приложении к методике [5], и устанавливается по времени выхода из него последнего человека.

Перед началом моделирования процесса эвакуации задается схема эвакуационных путей в здании. Все эвакуационные пути подразделяются на эвакуационные участки. Длина и ширина каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимаются по проекту, а для построенных – по фактическому положению. Длина пути по лестничным маршам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Эвакуационные участки могут быть горизонтальные и наклонные (лестница вниз, лестница вверх и пандус).

За габариты человека в плане принимается эллипс с размерами осей 0,5 м (ширина человека в плечах) и 0,25 м (толщина человека). Задаются координаты каждого человека x_i — расстояние от центра эллипса до конца эвакуационного участка, на котором он находится. Если разность координат некоторых людей, находящихся на эвакуационном участке, составляет менее 0,25 м, то принимается, что люди с этими координатами расположены рядом друг с другом — сбоку один от другого (условно: «в ряд»). При этом, исходя из габаритов человека в плане и размеров эвакуационного участка (длина и ширина) для каждого эвакуационного участка определяются: максимально возможное количество человек в одном ряду сбоку друг от друга и максимально возможное количество людей на участке.

Координаты каждого человека в начальный момент времени задаются в соответствии со схемой расстановки людей в помещениях (рабочие места, места для зрителей, спальные места и т. п.).

В случае отсутствия таких данных, например для магазинов, выставочных залов и прочих, допускается размещать людей равномерно по всей площади помещения с учетом расстановки технологического оборудования.

Заключение

В соответствии с вышеизложенной методикой созданы алгоритм и вычислительная программа по определению характеристик процесса эвакуации. Время эвакуации определяется без учета времени задержки на оповещение людей о пожаре, т.е. все люди, находящиеся в здании, после получения сигнала о пожаре начинают одновременно движение к эвакуационным выходам. Параметры путей эвакуации задавались в соответствии с проектом и фактическим положением. Количество людей в здании задавалось в соответствии с максимальным фактическим положением. При наличии более двух эвакуационных выходов безопасная эвакуация всех людей, находящихся в помещении, на этаже или в здании, должна быть обеспечена всеми эвакуационными выходами, кроме каждого одного из них [5].

Расчет времени эвакуации производился при помощи программного средства GreenLine. К расчетному времени эвакуации прибавляется время начала эвакуации, которое определяется по приложению №5 к методике [11]. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара на человека, находящегося в здании. Частота воздействия опасных факторов пожара определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

Моделирование возможных опасных ситуаций и прогнозирование возможных вредоносных последствий для людей, находящихся в общественном здании, а также грамотная интерпретация параметров, полученных в результате расчетов, позволит ответить на вопрос: «Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому»? Положительный ответ возможен только в том случае, если расчетная величина индивидуального пожарного риска не

превышает нормативного значения индивидуального пожарного риска.

Литература

1. ГОСТ Р 12.2.143-2009 от 01.07.2009 ССБТ. Системы фотолуминесцентные эвакуационные требования и методы контроля (с Изменением № 1 от 01.09.2012) // СПС КонсультантПлюс.
2. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пос. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 119с.
3. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». – М: ВНИИПО, 2012. – 82 с.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года № 390 «О противопожарном режиме» (с изменениями на 6 марта 2015 года) // СПС КонсультантПлюс.
5. Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (с изменениями на 12 декабря 2011 года)» // СПС КонсультантПлюс.
6. Свод правил от 01.05.2009г. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» // СПС КонсультантПлюс.
7. Свод правил от 01.05.2009г. СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» // СПС КонсультантПлюс.
8. Свод правил СП 12.13130.2009 от 01.05.2009 г. «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» // СПС КонсультантПлюс.
9. Строительные нормы и правила Российской Федерации СНиП 21-01-97 от 01.01.1998г. "Пожарная безопасность зданий и сооружений" (с Изменениями N 1, 2) // СПС КонсультантПлюс.
10. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" // СПС КонсультантПлюс.

References

1. GOST R 12.2.143-2009 from 01.07.2009 SSBT. Sistemyi fotolyuminesstentnyie evakuatsionnyie trebovaniya i metodyi kontrolya [Systems photoluminescent evacuation requirements and control methods] (with changes № 1 from 01.09.2012) // SPS ConsultantPlus.
2. *Koshmarov Yu.A.* Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeschenii [Forecasting of dangerous factors of the fire indoors]: textbook. - Moscow: Akademiya GPS MVD Rossii, 2000. – 119 p.
3. Posobie po primeneniyu «Metodiki opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska v zdaniyakh, sooruzheniyakh i stroeniyyakh razlichnykh klassov funktsionalnoy pozharnoy opasnosti» [Grant on application «Techniques of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger». – Moscow, VNIPO, 2012. – 82p.
4. Postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii from 25 April 2012 № 390 «O protivopozharnom rezhime» [Russian Federation Government Resolution «About fire prevention regime»] with changes of 6 Mart 2015). // SPS ConsultantPlus.
5. Priказ MChS RF ot 30.06.2009 N 382 «Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska v zdaniyakh, sooruzheniyakh i stroeniyyakh razlichnykh klassov funktsionalnoy pozharnoy opasnosti» [Order of the Ministry of Emergency Situations «About the statement of a technique of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger»] (with changes 12 December 2011). // SPS ConsultantPlus.
6. Svod pravil 01.05.2009. SP 3.13130.2009 «Sistemyi protivopozharnoy zashchityi. Sistema opovescheniya i upravleniya evakuatsiyei lyudey pri pozhare. Trebovaniya pozharnoy bezopasnosti» [Rulebook «Fire protection systems. The warning system and managements of evacuation of people at the fire. Requirements of fire safety»]. // SPS ConsultantPlus.
7. Svod pravil 01.05.2009. SP 9.13130.2009 «Tehnika pozharnaya. Ognetchiteli. Trebovaniya k ekspluatatsii» [Rulebook «Fire fighting equipment. Fire extinguishers. Requirements to operation»]. // SPS ConsultantPlus.
8. Svod pravil SP 12.13130.2009 from 01.05.2009. «Opredelenie kategoriy pomescheniy, zdaniy i naruzhnykh ustanovok po vzryivopozharnoy i pozharnoy opasnosti» [Rulebook «Definition of categories of rooms, buildings and external installations on fire and explosion and fire danger»]. // SPS ConsultantPlus.
9. Stroitelnyie normy i pravila Rossiyskoy Federatsii SNiP 21-01-97 from 01.01.1998. «Pozharnaya bezopasnost zdaniy i sooruzheniy» [Building Code of the Russian Federation «Fire safety of buildings and constructions»] (with changes № 1, 2). // SPS ConsultantPlus.
10. Federalnyiy zakon from 22 July 2008. № 123-FZ «Tehnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti» [Federal Law «Technical regulations about requirements of fire safety»]. // SPS ConsultantPlus.

Статья поступила в редакцию 22 мая 2015 г.

Balandin Vladimir Mikhailovich - кандидат технических наук, доцент кафедры автотранспортной и техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия, E-mail: b-w-m@mail.ru

Baryshev Mikhail Dmitrievich – студент федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия, E-mail: xmixanx@gmail.com

Balandin Vladimir Mikhailovich – Ph.D., Vladimir State University, Vladimir, Russia. E-mail: b-w-m@mail.ru

Baryshev Mihail Dmitrievich – Student, Vladimir State University, Vladimir, Russia. E-mail: xmixanx@gmail.com