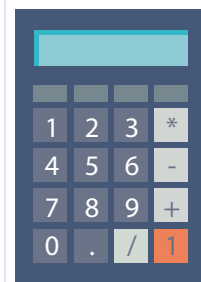


# Калькулятор спасения



EXIT



Реализация 11 статей Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» предполагает выполнение расчетов времени эвакуации людей из зданий и сооружений. Эксперты журнала РУБЕЖ подробно описали алгоритм действий проектировщика, а также составили обзор специализированного ПО для выполнения подобных вычислений.



## Надежда Пряхина

Главный эксперт  
нормативно-  
экспертного отдела,  
RUBEZH

## МЕТОДИКА

В соответствии со ст. 53 п. 3 Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной

безопасности», безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре обеспечена, если интервал времени с момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает времени достижения критических значений опасных факторов пожара (ОФП) — необходимого времени эвакуации. То есть проектировщику, чтобы сделать вывод о безопасной эвакуации из здания, потребуются два расчета: времени эвакуации и необходимого времени эвакуации.

Время эвакуации людей из здания определяется по «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной приказом МЧС России от 30 июня 2009 года № 382.

В соответствии с этим документом, расчет необходимо производить исходя из сценария пожара (или нескольких сценариев, которым будут соответствовать несколько расчетов).

Rescue Calculator / By Nadezhda Pryakhina, Head Expert of normative-expert department of Manufacturing Researching Alliance RUBEZH

Implementation of 11 articles of the Federal law № 123-FZ "Technical regulations on fire safety requirements" involves calculations of evacuation time of people from buildings. Experts of the RUBEZH magazine made a detailed algorithm of actions for designer, as well as a review of specialized software for performing similar calculations.

## СЦЕНАРИЙ ПОЖАРА

Сценарий пожара представляет собой вариант развития пожара с учетом принятого места возникновения и характера его развития. Сценарий определяется на основе данных об объемно-планировочных решениях, размещении горючей нагрузки и людей на объекте.

При расчете рассматриваются сценарии пожара с наихудшими условиями обеспечения безопасности людей. То есть варианты с наиболее затрудненными условиями эвакуации и (или) наиболее высокой динамикой нарастания ОФП. К их числу принадлежат **сценарии развития пожаров**:

- в помещениях, рассчитанных на одновременное присутствие 50 и более человек;
- в системах помещений, где из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и т. д.).

При этом **очаг пожара** выбирается:

- в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов;
- в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;
- в помещениях и системах помещений атриумного типа;
- в системах помещений, где из-за недостаточной пропускной способности путей эвакуации возможно возникновение продолжительных скоплений людских потоков.

## ВЫБОР МОДЕЛИ РАСЧЕТА

После определения наихудшего сценария пожара необходимо произвести выбор модели расчета времени эвакуации и времени блокирования путей эвакуации (необходимое время эвакуации).

Расчетное время эвакуации из помещений и зданий определяется на основе **моделирования движения людей до выхода наружу** одним из следующих способов:

- по упрощенной аналитической модели движения людского потока;
- по математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания;
- по имитационно-стохастической модели движения людских потоков.

Выбор способа определения расчетного времени эвакуации зависит от специфических особенностей объемно-планировочных решений здания, а также особенностей контингента (однородности) людей, находящихся в нем.

Наиболее универсальная и чаще всего применяемая модель — имитационно-стохастическая. Данная модель предполагает моделирование движения множества людей в одном направлении по общим участкам пути общим потоком. Участками формирования людских потоков в помещениях принимаются проходы между измери-

При расчете рассматриваются сценарии пожара с наихудшими условиями обеспечения безопасности людей

тельным оборудованием. Для последующих участков эвакуационных путей они представляют первичные источники людских потоков.

**Время блокирования путей эвакуации** вычисляется с помощью расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени. Для определения данного показателя могут быть использованы три метода:

- интегральная математическая модель расчета газообмена в здании при пожаре;
- математическая двухзонная модель;
- полевой метод моделирования пожара.

Следует отметить, что полевой метод наиболее универсален и точен, а также применим для объектов любой сложности, в том числе с многосветными пространствами и простран-

ствами, имеющими сложную конфигурацию объемно-планировочных решений.

## РАСЧЕТ

После выбора сценария развития пожара, моделей расчета времени блокирования и времени эвакуации производятся непосредственные расчеты. Расчет может быть произведен вручную либо с помощью специального программного обеспечения.

При расчете вручную используются упрощенная аналитическая модель расчета времени эвакуации (приложение № 2 к методике) и интегральная математическая модель для определения времени блокирования путей эвакуации (приложение № 6 к методике).

Путь эвакуации необходимо разделить на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур и т. д.) с фиксированными длиной и

шириной. При расчете учитывается максимально возможное количество людей или, если объект проектируемый, количество людей по нормам. При расчетах, связанных с движением человека по участкам пути, необходимо учитывать скорость и площадь проекции согласно группе мобильности. Человек движется по участку пути с определенной скоростью, к нему, по ходу движения, присоединяются другие потоки людей. При расчете слияния потоков учитывается параметр интенсивности потока, с помощью которого рассчитывается время скопления (затрачиваемое эвакуирующимся для пропуска потока).

Также в расчете учитывают время, необходимое на реагирование людей после срабатывания системы оповещения. Это время выбирается по таблице методики в зависимости от функционального назначения объекта и типа

оповещения. Максимальное время с момента обнаружения пожара до начала эвакуации для помещений классов пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4<sup>1</sup>, не оборудованных системой оповещения, составляет 9 минут. Чем выше тип оповещения, тем меньше время до начала эвакуации.

В итоге **проектировщик получает три времени:**

- фактическое время эвакуации;

- время скопления;
- время до начала эвакуации.

Результат сложения этих показателей и есть расчетное время эвакуации.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЖАРА

Далее производится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей.

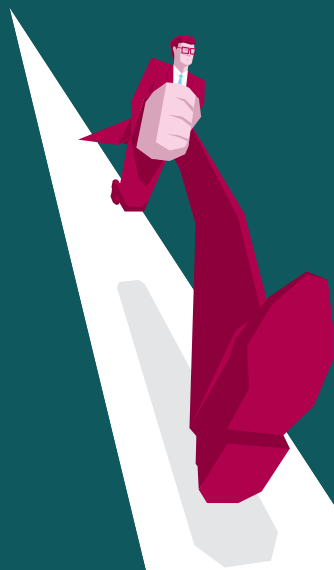
**Формулировка сценария развития пожара** включает в себя следующие этапы:

- выбор места нахождения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, задание состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений.

Выбор места нахождения очага пожара производят методом экспертной оценки. При этом учитываются коли-

<sup>1</sup> К данным классам принадлежат детские сады, больницы, многоквартирные жилые дома, т.е. объекты, в которых люди могут находиться в состоянии сна, а также престарелые и инвалиды.

## Требования Федерального закона 123-ФЗ, для соответствия которым необходим расчет времени эвакуации из здания



### Статья 6. Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности

- п.1** Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий: в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.
- п.6** Расчеты по оценке пожарного риска являются составной частью декларации пожарной безопасности или декларации промышленной безопасности (на объектах, для которых они должны быть разработаны в соответствии с законодательством Российской Федерации).

### Статья 53. Пути эвакуации людей при пожаре

- п.3** Безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

### Статья 54. Системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

- п.1** Системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта.

### Статья 56. Система противодымной защиты

- п.1** Система противодымной защиты здания, сооружения должна обеспечивать защиту людей на путях эвакуации и в без-

чество горючей нагрузки, ее свойства и расположение, вероятность возникновения пожара, возможная динамика его развития, расположение эвакуационных путей и выходов.

Зачастую при расчетах учитывают три основных вида развития пожара:

- круговое распространение пожара по твердой горючей нагрузке;
- линейное распространение пожара по твердой горючей нагрузке;
- неустановившееся горение горючей жидкости.

Далее производится моделирование динамики развития пожара. На

основании полученных результатов рассчитывается время достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимого значения на путях эвакуации. Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола (средний рост человека). Наиболее опасным фактором пожара является потеря видимости (20 м), этот ОФП достигает критических значений первым в большинстве случаев.

## СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Получив два времени — время блокирования путей эвакуации и расчетное время эвакуации, необходимо их сравнить.

Если время эвакуации людей из здания меньше, чем время блокирования путей эвакуации, то эвакуацию принято считать безопасной (ст. 53 п.3 123-ФЗ).

В противном случае, когда время эвакуации больше времени блокирования путей эвакуации (необходимого времени эвакуации), безопасность людей на объекте не считается обеспе-

опасных зонах от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или всего времени развития и тушения пожара посредством удаления продуктов горения и термического разложения и (или) предотвращения их распространения.

### Статья 82. Требования пожарной безопасности к электроустановкам зданий и сооружений

**п.2** Кабельные линии и электропроводка систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности подразделений пожарной охраны, систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации, аварийной вентиляции и противодымной защиты, автоматического пожаротушения, внутреннего противопожарного водопровода, лифтов для транспортировки подразделений пожарной охраны в зданиях и сооружениях должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону.

### Статья 84. Требования пожарной безопасности к системам оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях и сооружениях

**п.7** Системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей должны функционировать в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания, сооружения.

### Статья 85. Требования к системам противодымной защиты зданий и сооружений

**п.6** Конструктивное исполнение и характеристики элементов противодымной защиты зданий и сооружений в зависимости от целей противодымной защиты должны обеспечивать исправную работу систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции в течение времени, необходимого для эвакуации

людей в безопасную зону, или в течение всей продолжительности пожара.

### Статья 103. Требования к автоматическим установкам пожарной сигнализации

**п.2** Линии связи между техническими средствами автоматических установок пожарной сигнализации должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону.

### Статья 112. Требования к автоматическим установкам газового пожаротушения

**п.2** Автоматические установки газового пожаротушения должны обеспечивать возможность задержки подачи газового огнетушащего вещества в течение времени, необходимого для эвакуации людей из защищаемого помещения.

### Статья 114. Требования к автоматическим установкам аэрозольного пожаротушения

**п.2** Автоматические установки аэрозольного пожаротушения должны обеспечивать возможность задержки подачи огнетушащего аэрозоля в течение времени, необходимого для эвакуации людей из защищаемого помещения.

### Статья 138. Требования пожарной безопасности к конструкциям и оборудованию вентиляционных систем, систем кондиционирования и противодымной защиты

**п.4** Вытяжные вентиляторы систем противодымной защиты зданий и сооружений должны сохранять работоспособность при распространении высокотемпературных продуктов горения в течение времени, необходимого для эвакуации людей (при защите людей на путях эвакуации), или в течение всего времени развития и тушения пожара (при защите людей в пожаробезопасных зонах).

ченной. Что предполагает разработку мероприятий, направленных на сокращение времени эвакуации.

Для сокращения времени эвакуации применяют следующие способы:

- сокращение численности людей на объекте;
- расширение путей эвакуации (если есть возможность) с целью сокращения образования времени скопления путем перемещения оборудования, демонтажа перегородок,

лестничных клеток, таким образом сокращается путь эвакуации с этажей в безопасную зону. Для маломобильных групп населения на особо опасных объектах и объектах, имеющих сложную систему объемно-планировочных решений, оборудуются зоны безопасности.

Наряду с сокращением времени эвакуации следует рассмотреть возможность увеличения времени блокирования.

Следует отметить, что расчет времени эвакуации целесообразно проводить только в том случае, если пути эвакуации соответствуют требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Иначе безопасная эвакуация на объекте не обеспечена.

## ПРОГРАММНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Использование программных компьютерных комплексов позволяет в кратчайшие сроки произвести расчеты времени эвакуации и времени блокирования для объектов любой сложности, а также исключить ошибки, присущие ручному расчету.

В основе всех программных комплексов для моделирования развития пожара лежит программный продукт FDS (Fire Dynamics Simulator), разработанный Национальным институтом стандартов и технологий Министерства торговли США (NIST) при содействии технического научно-исследовательского центра VTT. FDS реализует вычислительную гидродинамическую модель тепломассопереноса при горении, а также способна численно решать уравнение Навье-Стокса для низкоскоростных температурно зависимых потоков.

## Расчет времени эвакуации целесообразно проводить только в том случае, если пути эвакуации соответствуют требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

оборудования нового эвакуационного выхода из помещения или здания;

- повышение типа системы оповещения и управления эвакуацией, вследствие чего произойдет сокращение времени на начало эвакуации;
- разработка алгоритма эвакуации для разведения потоков людей;
- устройство дополнительных выходов с этажей на лестницы 3-го типа или устройства незадымляемых

Этого можно достичь:

- путем сокращения количества горючей нагрузки или полной ликвидации горючей нагрузки;
- установкой противопожарных преград с соответствующим заполнением проемов в них (противопожарные перегородки, противопожарные двери и окна, противопожарные шторы и экраны и т.д.);
- оборудованием здания системой противоподымной защиты.

## Сравнительный анализ программных компьютерных комплексов для расчета времени эвакуации и времени блокирования путей эвакуации

	Ситис (Флоутек+Блок)	Ситис (Флоутек+PyroSim)	Fenix+	TOXI+RISK
Стоимость (руб.)	105 000	110 100	51 490	600 000
Стоимость при продлении (руб.)	78 750	93 550	41 190	540 000
Модель расчета развития пожара	Двухзонная	Полевая	Полевая	Полевая
Модель движения людского потока	Имитационно-стохастическая	Имитационно-стохастическая	Индивидуально-поточная	Интегральная аналитическая
Скорость работы в программе	+++	+	++	+
Возможность выполнения сложных работ	+	++	++	+++
Удобство расчета величин для зданий с атриумом	+	+++	+++	+++
Расчет коллективного, индивидуального, социального риска аварий для производственных объектов, наружных установок	-	-	-	+

