

## Глава 4. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### Введение

Эксплуатация зданий, сооружений любого назначения и прилегающей к ним территории должна обеспечивать условия, необходимые для реализации жизненных, духовных и социальных потребностей человека, зависящих от его возраста, психофизиологического состояния и процессов жизнедеятельности, для осуществления которых предназначено каждое конкретное здание или сооружение. Первостепенной жизненной потребностью человека (витальной – от лат. *vitalis*) является обеспечение безопасности его жизни и здоровья. Система возможных угроз жизни и здоровью людей, находящихся в зданиях, показаны [112, 113] на рис. 4.1. Угрозы взаимосвязаны между собой, одна угроза может вызвать другую угрозу или целый их спектр.



Рис. 4.1. Угрозы для людей, находящихся в здании

Природные и антропогенные угрозы могут вызвать техногенные угрозы. Следствием реализации перечисленных угроз могут быть различного рода

опасности. Распространение вредных химических, биологических или радиоактивных веществ через системы воздухообмена или водоснабжения может вызвать, соответственно, химические, биологические и радиационные угрозы жизни и здоровью людей. Аварии в инженерных системах могут быть следствием как природных явлений, так и антропогенных угроз. Аварии инженерных систем, в свою очередь, могут привести к механическим, электрическим угрозам и вызвать пожар. Пожар, который может быть и следствием неосторожного обращения с огнем, короткого замыкания в электропроводке, неисправности электрического прибора, аварии, поджога или взрыва, может привести к химическим и термическим поражениям людей. Он может нарушить несущую способность конструкций здания и привести к обрушению, которое может, в свою очередь, перерасти в прогрессирующее обрушение и полное разрушение всего здания.

Объемно-планировочная структура и конструктивная система здания (сооружения), системы его инженерного оборудования и специальные системы защиты должны обеспечивать безопасность человека в здании (сооружении) в течение всего времени его вероятного нахождения в здании при воздействии опасных факторов чрезвычайных ситуаций. Но ни одна страна мира не имеет таких технических средств и сил, которые могли бы с абсолютной надежностью гарантировать безопасность длительного пребывания людей в зданиях во время этих ситуаций, поэтому нормы всех стран мира предусматривают необходимость эвакуации людей из зданий в чрезвычайных ситуациях.

Проектирование и строительство зданий должны осуществляться таким образом, чтобы обеспечить максимальную вероятность безопасной эвакуации людей из здания в случае неизбежности реализации этих угроз и минимизировать материальные потери. Поэтому возникает необходимость ввести в строительные нормы и правила определенные требования, направленные на достижение этих целей, прежде всего, к эвакуационным путям при пожаре, как наиболее распространенном виде чрезвычайных техногенных ситуаций.

#### **4.1. ИСТОРИЯ НОРМИРОВАНИЯ РАЗМЕРОВ ЭВАКУАЦИОННЫХ ПУТЕЙ И ВЫХОДОВ**

Нормативные требования к путям эвакуации формировались на протяжении более 100 лет по мере развития понимания процесса движения людского потока, закономерностей поведения людей, исследований динамики опасных факторов и совершенствования технических систем и средств защиты людей от их воздействия, расширения перечня учитываемых угроз чрезвычайных ситуаций. Первое использование параметров движения людских потоков для нормирования размеров коммуникационных путей

удалось обнаружить [36] в Петербургских строительных правилах 1886 г. и в Лондонских правилах 1892 г. В них устанавливалась норма «количества человек на единицу ширины пути (метр, фут)» или, наоборот, устанавливалась требуемая ширина пути на определенное количество людей, что несколько отличалось по форме, но совершенно идентично по смыслу. Однако количественное выражение такой нормы в этих, как и последующих, документах отличается в несколько раз.

Предельная длина пути нормирована в России впервые Ленинградскими правилами 1928 г. (для зрелищных зданий) и ОСТ 4488. Подобными нормами (количество людей на единицу ширины пути и его предельно допустимая длина) на протяжении многих лет пользовались и другие страны.

Однако после исследований, проведенных институтом архитектуры Всероссийской академии художеств [36], для специалистов стало очевидно, что такие показатели, как «число выходов», «ширина выхода», «расстояние до выхода» и т. п., которые регулируются нормами многих стран, «являются существенными для проектирования средств защиты от пожара, но они не являются фундаментальными принципами. Эти принципы могут быть более полно выражены в терминах «время» и «поведение людей»...[114]. Установлению закономерностей, выражающих эти «фундаментальные принципы», и были посвящены длительные и многотрудные исследования российских ученых (см. предыдущие главы). На их основе была решена [67] впервые поставленная задача: «разработать новые нормы проектирования путей и времени эвакуации людей в случае пожара из жилых, общественных и промышленных зданий с целью повышения безопасности людей и устранения излишних ограничений, вызывающих неоправданное удорожание строительства» [13]. Была принята двухуровневая система нормирования эвакуации людей и размеров эвакуационных путей и выходов в зданиях при пожаре.

Первый уровень содержал критерии безопасности людей при эвакуации, основные психофизиологические и кинематические закономерности движения людских потоков (см. гл. 1), значения необходимого времени эвакуации (см. гл. 1, прил. 1.1) для ее последовательных этапов в здании (из помещений, с этажа, по лестницам, из всего здания). Эти основные положения (принципы) вошли в приложение 1 «Определение расчетного и необходимого времени эвакуации» СНиП II–2–80 [19].

Поскольку расчетный метод нормирования эвакуации вводился впервые, и существовали сомнения в достаточной подготовленности к необходимым расчетам проектировщиков-архитекторов, то эти основные положения вводились в нормирование в очень сжатой и упрощенной форме: минимум простейших формул, закономерности – только детерминированные и только в табличном виде, вероятные значения необходимого времени – только

однозначные. Такой подход был, по-видимому, оправдан существующими в то время обстоятельствами, но ограничен в возможности полноты воспроизведения сложных процессов реальных ситуаций. Тем не менее, это был прорыв к гибкому нормированию. Наконец появилась возможность проектирования эвакуационных путей и выходов, обоснованного критериями безопасности людей, закономерностями поведения людей и динамики опасных факторов пожара, вместо неизвестно как нормируемых размеров [115, 116].

Документами второго уровня стали строительные нормы и правила проектирования зданий конкретного функционального назначения [51, 52, 53, 117, 118, 119]. В этих нормах приведены максимальные значения расстояний до эвакуационных выходов из помещений, затем – до эвакуационных выходов с этажа, расчетное число людей на 1 м ширины эвакуационного пути и выходов. Приведенные значения зависят от образующихся при эвакуации плотностей людских потоков, степени огнестойкости зданий, объема помещений и их категории по взрывопожарной опасности (для промышленных зданий) и класса конструктивной пожарной опасности зданий. Но в них не приводятся временные параметры ( $t_{нб}$ ), поскольку они содержались в СНиП II–2–80 (см. прил. 4.1).

Однако затем произошли коренные изменения в структуре нормирования:

- определение расчетного времени эвакуации (раздел 1 приложения 1 СНиП II–2–80) полностью перешел во впервые разработанный ГОСТ 12.1.004–91 [5];

- раздел 2 «Необходимое время эвакуации» СНиП II–2–80 (см. прил. 4.1) перестал существовать, поскольку в ГОСТ 12.1.004–91 для описания динамики распространения опасных факторов пожара вместо него были использованы формулы интегральной модели;

- СНиП 21–01–97\* [6], лишившись основополагающих закономерностей движения людских потоков, лишь декларирует (п. 6.1) требования своевременной и беспрепятственной эвакуации и не содержит количественных критериев их обеспечения, без чего эти требования превращаются в пустой лозунг, допускающий его ошибочные и превратные толкования;

- нормы размеров эвакуационных путей и выходов в главах на проектирование отдельных видов зданий, установленные в соответствии со значениями необходимого времени эвакуации ликвидированного раздела 2 приложения 1 СНиП II–2–80, продолжают существовать в неизменном виде. Однако без такого обоснования даже форма представления норм становится некорректной: пропускная способность 1 м ширины пути или выхода без указания времени эвакуации через нее становится бессмысленной [36], так же как и нормируемая длина путей эвакуации (см. прил. 4.2);

– значения необходимого времени эвакуации, определенные по формулам приложения 2 ГОСТ 12.1.004, в большинстве случаев не будут совпадать со значениями, приведенными в таблицах СНиП II–2–80, следовательно, и назначаемые в соответствии с ними предельные расстояния будут иными при тех же плотностях людских потоков. Поэтому имеется постоянное скрытое противоречие между ГОСТ 12.1.004 и СНиП на проектирование зданий и сооружений различного назначения.

– основные положения количественного описания закономерностей движения людских потоков, дословно заимствованные ГОСТ 12.1.004 (приложение 2) из СНиП II–2–80, для решения поставленных ГОСТ задач должны быть развиты, чего не было сделано.

В то же время достаточно очевидно выявляются и следующие недостатки ГОСТ 12.1.004:

– отсутствие оценки вариантов поведения людей до начала эвакуации, если пожар возник не в том помещении, где они находятся;

– отсутствие возможности определять своевременность и беспрепятственность эвакуации с учетом возраста и физического состояния людей, чего требует СНиП 21–01–97: «возможность эвакуации людей независимо от их возраста и физического состояния наружу на прилегающую к зданию территорию (далее – наружу) до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара»;

– отсутствие учета возможности не только пешеходной эвакуации;

– отсутствие сформировавшихся понятий о составе зон безопасности для людей в здании и требований к ним при поэтапной или частичной эвакуации из зданий;

– отсутствие каких-либо соображений об обеспечении безопасности людей на территории, прилегающей к зданию и отсутствие расчетных параметров движения людских потоков на этой территории;

– отсутствие в этой методологии оценки риска гибели или травматизма людей при пожаре в конкретном здании и отсутствие учета беспрепятственности эвакуации при оценке рисков.

## **4.2. РАЗВИТИЕ НОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ**

Нормирование процесса эвакуации в нормах строительного проектирования выполняло, фактически, вспомогательную, хотя и важнейшую, роль основы для нормирования размеров эвакуационных путей и выходов, обеспечивающих своевременность и беспрепятственность эвакуации людей и проверки выполнения этих требований при отсутствии таких норм для проектируемых зданий. При этом принималось, как отмечалось в гл. 1,

начало распространения опасных факторов в фазе интенсивного пожара, т. е. с момента самоускорения горения (прил. 1.1), а не с момента его начала.

Основное же назначение использования закономерностей процесса эвакуации в ГОСТ 12.1.004 – получение оценки вероятности безопасной эвакуации людей по эвакуационным путям при имеющихся объемно-планировочных решениях. Изменение роли процесса эвакуации требует и более полного использования его закономерностей, чего, однако, не сделано. Единственным новым шагом в этом направлении является впервые введенный в ГОСТ 12.1.004 показатель времени начала эвакуации « $t_{н.э.}$  – интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин». Введением этого показателя переносится точка отсчета времени эвакуации людей  $t_{эв.}$ . Но определение величины  $t_{н.э.}$  оказалось весьма сложной задачей из-за отсутствия необходимых данных.

Структура требований своевременной и беспрепятственной эвакуации людей (гл. 1, формулы (1.8), (1.9)):

- своевременность эвакуации –  $t_{н.э.} + \sum t_{р.і} \leq t_{нб.}$ ,
- беспрепятственность эвакуации –  $P_i \leq Q_i$

определяет последовательность анализа имеющихся результатов, необходимых для развития нормирования.

### 4.3. ВРЕМЯ НАЧАЛА ЭВАКУАЦИИ

Положение ГОСТ 12.1.004: «Значение времени начала эвакуации  $t_{н.э.}$  для зданий (сооружений) без систем оповещения вычисляются по результатам исследования поведения людей при пожарах в зданиях конкретного назначения.

При наличии в здании систем оповещения о пожаре значение  $t_{н.э.}$  принимают равным времени срабатывания системы с учетом ее инерционности. При отсутствии необходимых исходных данных для определения времени начала эвакуации в зданиях (сооружениях) без систем оповещения величину  $t_{н.э.}$  следует принимать равной 0,5 мин – для этажа пожара и 2 мин для вышележащих этажей» [6, приложение 2], что, как показывают данные даже первых исследований поведения людей до начала эвакуации (см. гл. 1), следует считать оптимистичным, но необоснованным.

После первых исследований Вуда [24, 120] схожие исследования были проведены в США [121–124], в Великобритании [125, 126], в России [27]. Эти исследования внесли значительный вклад в понимание поведения людей при пожаре. Но они дали количественно различающиеся данные, например, приведенные в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

**Действия людей при получении сигнала «Пожар!» [24]  
в зданиях различного назначения (с преобладанием жилых зданий)**

Характер действий людей при пожарах	Первые действия опрошенных, %
Тушить пожар	14,9
Исследовать ситуацию	12,2
Позвонить в пожарную охрану	10,2
Оповестить окружающих	8,1
Покинуть здание	7,9
Исследовать источник пожара	5,6
Увести членов семьи	5,4
Закрыть двери, оказать помощь окружающим, собрать вещи, выключить газ/электричество, одеться, бездействовать	35,7

Таблица 4.2

**Действия людей при получении сигнала «Пожар!» в общественном здании [27]**

Характер действий людей при пожарах	Первые действия опрошенных, %
Эвакуация имущества	3
Спасение членов семьи, окружающих	–
Оповещение администрации, других людей	25
Уход, бегство	14
Призыв о помощи	–
Участие в тушении пожара	–
Сообщение о пожаре в пожарную охрану	–
Сбор личных вещей, одевание	20
Сбор материальных ценностей, отключение электроэнергии	20
Пломбирование сейфов, закрытие и открывание окон, дверей	6
Попытка узнать причину пожара	2
Бездействие	10

Очевидность влияния многих факторов на формирование поведения людей в конкретной обстановке определила расширение сферы исследований [127]. На Западе сформировалось направление исследований, посвященных поведению человека при пожаре (Human Behavior in Fires), которое регулярно (ориентировочно – раз в 4 года) проводит международные семинары по этой тематике. В рамках этих исследований было построено несколько моделей поведения людей в начале пожара. Примерами могут служить модели, представленные на рис. 4.2–4.4. Их анализ показывает, прежде всего, различие в исходных позициях авторов. Попытка объединить различные моделируемые аспекты поведения человека привела зарубежных исследователей к формулированию концептуальной модели,

названной «Человек – Среда – Пожар» (рис. 4.5). В рамках концепции утверждается, что «получаемая человеком информация и его действия обусловлены организационными и социальными факторами, а также физическими условиями, в которых он находится в зависимости от размещения в пространстве» [128]. Таким образом, можно говорить о том, что окружающая среда во многом будет обуславливать деятельность человека при пожаре.

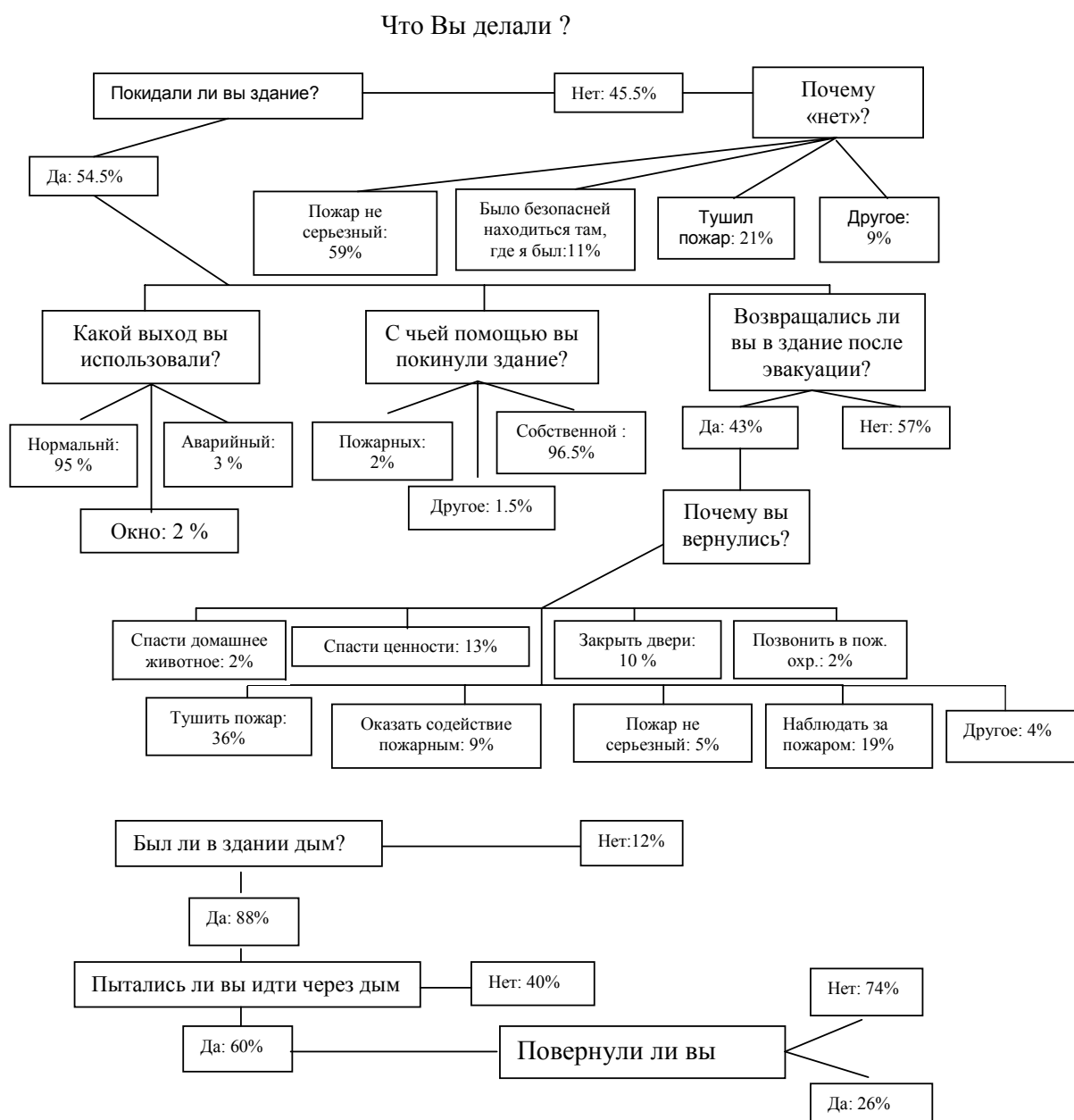


Рис. 4.2. Модель последовательности первых действий людей [24]



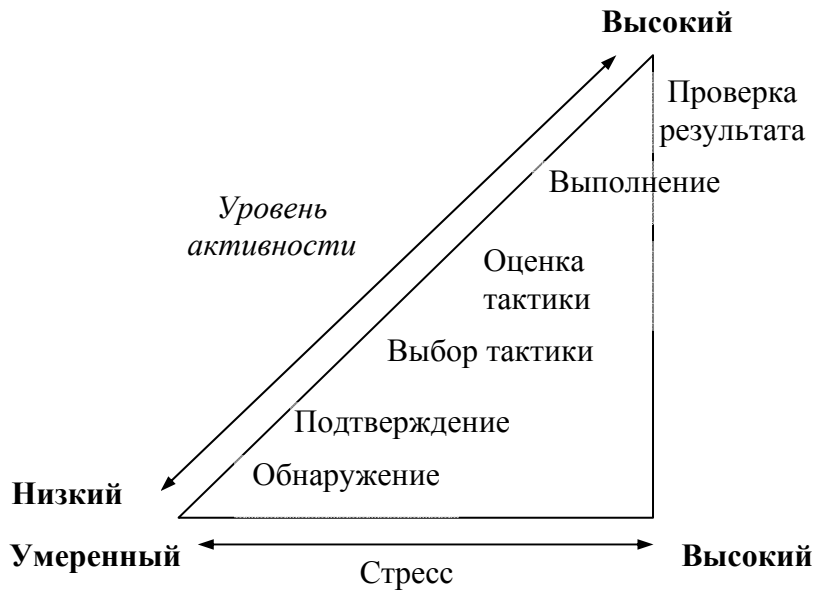


Рис. 4.3. Динамика поведения человека при пожаре, предложенная в [124]



Рис. 4.4. Модель поведения человека при пожаре [127]

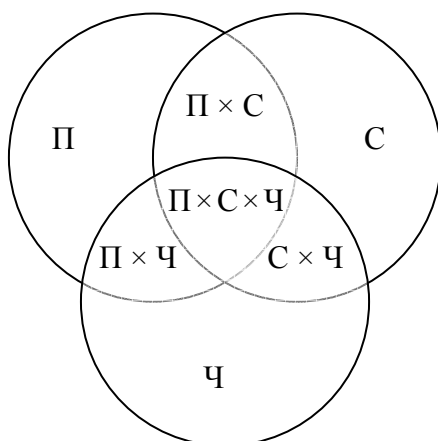


Рис. 4.5. Взаимодействие «Пожар (П) – Среда (С) – Человек (Ч)» [128]

В России подобная концепция была высказана гораздо раньше [129], причем она опиралась на апробированные положения психологии безопасности [130] и была более детализирована (рис. 4.6).

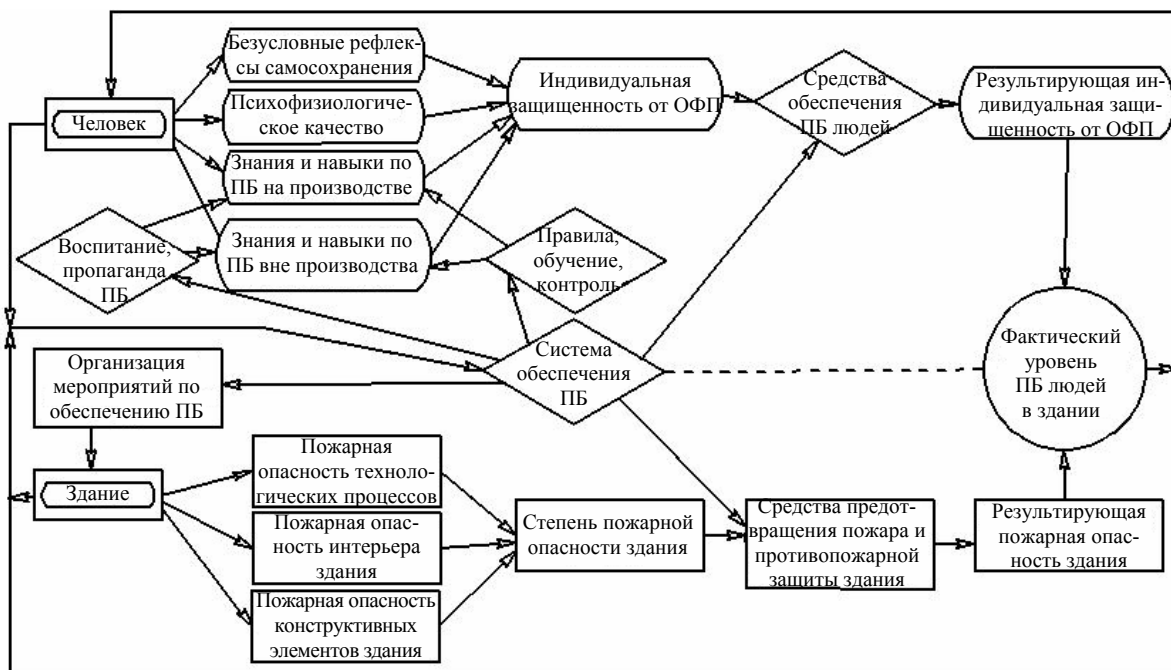


Рис. 4.6. Блок-схема факторов, определяющих безопасность людей при пожаре в здании [130]

«В схеме выделяются, с одной стороны, человек, с другой – внутренняя среда здания. Внутренняя среда в данном случае – обобщенное понятие пространства, в котором возникает пожарная опасность и где человек подвергается воздействию опасных факторов пожара. Но внутренняя среда – это не только геометрическое пространство, но и его оборудование, строительные конструкции и отделка, это и продукты, обращающиеся в производстве, и системы, обеспечивающие производство и параметры искусственно

созданной среды, ограждением которой является здание. Для защиты человека от пожарной опасности, возникающей во внутренней среде, предусмотрена система противопожарной безопасности, включающая в себя целый комплекс воздействий на внутреннюю среду и на человека, направленных на предупреждение возникновения пожаров, борьбу с ними и предупреждение несчастных случаев.

Во взаимодействии этих трех систем складывается фактический уровень пожарной безопасности... Даже в том случае, когда пожарная опасность возникает независимо от деятельности человека, его безопасность не может считаться результатом случая или только стихии пожара, поскольку высокие приспособительные и творческие возможности человека нередко позволяют ему своевременно обнаружить опасность и находить возможности, способы противостоять им в самых, казалось бы, безвыходных ситуациях. Эти способности человека имеют особое значение в начальной стадии развития пожара, когда само загорание и интенсивное развитие опасных для жизни людей факторов пожара при распространении загорания еще не контролируются и не подавляются активными средствами автоматической противопожарной защиты» [129].

Концепция многофакторной обусловленности поведения людей при пожаре, даже с учетом того, что в здании человек является не только защищаемой стороной, но и активной составляющей «причины пожарной опасности, от последствий которой он вынужден защищаться» [129], нашла в России и нормативное воплощение: СНиП 21–01–97\* установил классификацию зданий и помещений по функциональной пожарной опасности «в зависимости от способа их использования и от того, в какой мере безопасность людей в них... находится под угрозой, с учетом их возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества» (п. 5.21).

Однако несмотря на все это, количественные показатели, оценивающие влияние на время до начала эвакуации многочисленных факторов, в СНиП отсутствуют; нелегко их обнаружить и в зарубежных публикациях.

В рамках проведенного анализа несомненный интерес представляет «PD 7974–9:2004. Официальный документ. Применение принципов инженерной пожарной безопасности к проектированию пожаробезопасного здания. Часть 6. Человеческий фактор: стратегия обеспечения безопасности людей – эвакуация людей, поведение при пожаре и состояние человека (подсистема 6), 2004 г.» [131]. В нем содержится таблица «Предполагаемое время начала эвакуации для разных сценариев эвакуации, мин», приведенная в прил. 4.3.

Проблемы безопасности людей с различными физическими отклонениями при пожаре впервые были обсуждены на национальной конференции в США в начале 80-х [132, 133]. Исследования времени, которое необходимо таким людям для того, чтобы подготовиться к эвакуации,

подтвердили большую продолжительность периода подготовки к эвакуации людей с физическими ограничениями по сравнению со здоровыми людьми [134–138]. Внимание зарубежных исследований уделялось также и детям [139, 140].

Исследованиями [141–143] влияния различных типов систем оповещения на поведение людей при пожаре показано, что в случае предоставления детальной информации и инструкций можно ожидать более низкое значение времени начала эвакуации и более безопасную эвакуацию. Исследования также показали, что подготовка персонала и лиц, ответственных за пожарную безопасность, существенно влияет на уменьшение времени задержки начала эвакуации, которое, вообще говоря, может варьироваться от 0,5 до 24,0 мин. Установлено, что на это время влияет и наличие социальных связей. Влияние сирены пожарной сигнализации было исследовано в ряде экспериментов [144]. Установлено, что большинство взрослых в нормальном состоянии (не находящихся под действием снотворных и т. п.) способны проснуться под действием сирены громкостью 55–60 дБ; пробуждение детей (особенно 6–10 лет) менее вероятно.

Совершенно очевидно, что сенсорные возможности человека своевременного дистанционного обнаружения пожара весьма ограничены и зависят как от его местоположения относительно возникшего пожара, так и от его физического и психического здоровья и физиологического состояния, прежде всего, от того, спит он или бодрствует. Ранее обнаружение пожара техническими средствами и заблаговременное оповещение являются первостепенной задачей повышения противопожарной безопасности людей в зданиях и сооружениях. В настоящее время большинство зданий должно быть оборудовано автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) и системами оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). Рассмотрим, что происходит при возникновении пожара в здании, оснащённом АУПС и СОУЭ, рис. 4.7.

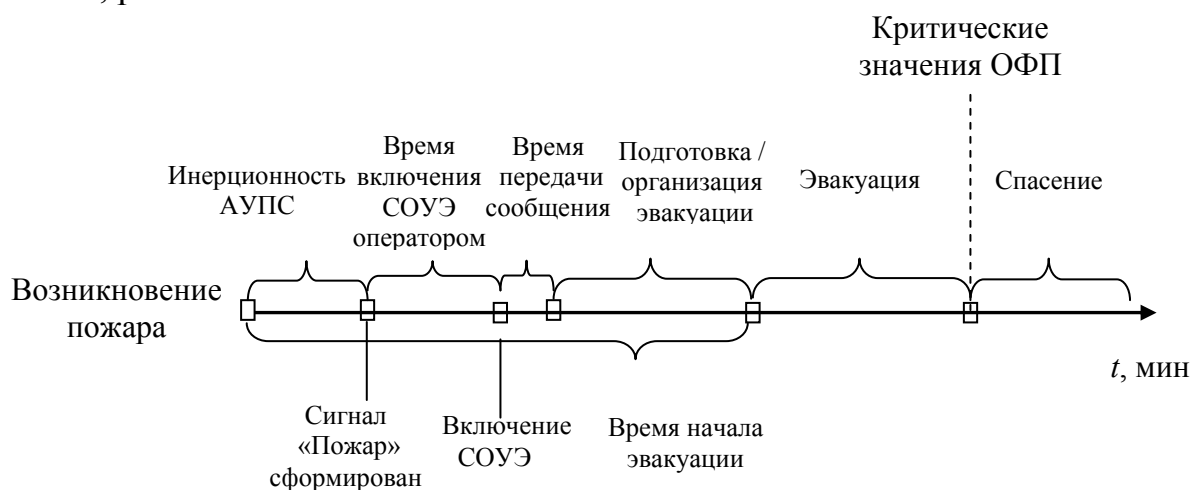


Рис. 4.7. Интервалы затрат времени при возникновении пожара

Схема на рис. 4.7. показывает, что до того, как человек узнает о пожаре, проходит определенное время, которое зависит от технической инерционности системы оповещения и организационных мероприятий на объекте. Инерционность систем оповещения имеет две составляющие: техническую и организационную. Характеристики технической составляющей инерционности приведены (по данным [145]) в табл. 4.3.

Таблица 4.3

**Техническая инерционность пожарных извещателей**

Вид пожарного извещателя	Характеристики	Время обнаружения	Время инерционности
<b>Тепловой</b>	Не позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Математические модели пожара	30–180 с
<b>Дымовой</b>	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии. Наиболее эффективны аспирационные	Расчетные формулы приведены в справочных и учебных пособиях	5–10 с
Радиоизотопный Фотоэлектрический Аспирационные		Нет данных	
<b>Извещатели пламени (световые)</b>	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Нет данных	> 1 с
<b>Газовый</b>	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Математические модели пожара	> 1 с
<b>Комбинированный</b> , наиболее распространены дымо-тепловые	Позволяет обнаружить пожар на ранней стадии	Нет данных	Недостаточно данных

Организационная составляющая инерционности заключается в том, что оператор, получив сигнал «Пожар!» от систем пожарной автоматики, как показывает практика, не будет немедленно включать систему оповещения. Это связано с желанием, а зачастую и с ведомственным требованием, перепроверить сигнал и при его достоверности доложить лицу, принимающему решения, так как сам оператор, как правило, по ряду причин не принимает самостоятельно решение об эвакуации объекта. Причем если это должностное лицо не удастся застать на месте, то такую ситуацию становится невозможно спрогнозировать. Таким образом, суммарная продолжительность организационной составляющей будет зависеть от времени проверки сообщения; времени передачи сообщения принимающему решению; времени, требуемого ему для принятия решения и передачи указания оператору на включение СОУЭ. Затраты времени на передачу сообщения можно оценить по данным (табл. 4.4), приведенным в МГСН 4.16–98 [146].

Время передачи сообщения о пожаре

Устройство связи	Радиа	Селектор	Громкоговорящая связь	Телефон	
				с 3-значным номером	с 7-значным номером
Время передачи сообщения, с	8	16	15	22	24

Следует также учитывать время, затрачиваемое человеком на восприятие текста сообщения. Как правило, длительность сообщения о пожаре составляет около 20–25 с (из которых 6–8 с подается сигнал для привлечения внимания и 14–17 с – собственно текст). При этом, как показывают наблюдения, люди приступают к активным действиям, прослушав сообщение, как минимум, 2 раза.

Многие авторы получили данные, подчеркивающие, что информация о пожаре воспринимается скептически. Так, например, при видеоанализе результатов эвакуации [28] 2644 покупателей в торговых комплексах было установлено, что в подавляющем большинстве случаев, услышав сигналы СОУЭ, покупатели не предпринимали попыток покинуть здание до тех пор, пока им не сказали об этом служащие.

Таким образом, рассматривая инерционность систем АУПС и СОУЭ, очевидно, что время от возникновения пожара до момента начала оповещения людей о пожаре может превышать 5 мин. Среднее значение время задержки начала эвакуации (при наличии системы оповещения) может быть невысоким, но может достигать и относительно высоких значений. Например, значение 8,6 мин было зафиксировано при проведении учебной эвакуации в жилом здании [147], 25,6 мин – в здании Всемирного торгового центра при пожаре в 1993 г. [148].

Оповещение об опасности осуществляется либо специальными сигналами (типы 1 и 2 СОУЭ, согласно НПБ 104–03 [149]), либо словами, текстами (типы 3, 4, 5 СОУЭ). Тексты должны правильно восприниматься теми, кому они предназначены. Слабым местом существующих систем оповещения и управления эвакуацией является интерпретация сигналов, которая становится весьма ненадежной, если и оповещающие и оповещаемые недостаточно компетентны. Во избежание неправильной интерпретации сигналов необходимо, чтобы оповещающие получали информацию о реакции людей на сигнал тревоги, т. е. чтобы существовала своего рода обратная связь. Действительное (а не формальное) руководство действиями эвакуирующихся людей также требует «живой» связи, позволяющей корректировать действия эвакуирующихся. Очевидно, что такой связи не получить, пользуясь заранее написанными текстами. Также очевидно, что для оперативного руководства необходимо включать в СОУЭ (или использовать)

систему видеонаблюдения. Однако ни одна из предусмотренных НПБ 104–03 систем не обладает такими возможностями. Безусловно, человек, управляющий эвакуацией «вживую», должен обладать необходимой квалификацией, предусматривающей, прежде всего, его высокую психоаналитическую подготовку, позволяющую ему влиять на действия людей при различных вариантах развития процесса эвакуации. Анализ содержания текстов, рекомендуемых [27] для использования в автоматическом режиме транслирования, показывает их еще недостаточную психологическую проработанность.

Следует также учитывать, что автоматическое транслирование заранее записанных текстов может вместо пользы принести вред, например, из-за повреждений системы. Так известно, что во время террористического акта в Нью-Йорке 11 сентября 2000 г. система оповещения в одном из зданий Всемирного торгового центра продолжала передавать рекомендации не покидать рабочие места в то время, когда катастрофическая ситуация стремительно развивалась и соседнее здание уже обрушилось.

Рассмотренные результаты исследований поведения людей и влияния на величину времени начала их эвакуации многочисленных факторов (видов деятельности в зданиях различного назначения, возрастного состава находящихся в здании людей, их физического и физиологического состояния, инерционности систем обнаружения и оповещения) показывает, что время начала эвакуации должно нормироваться как случайная величина, поскольку только так становится возможным учет влияния перечисленных факторов на разброс его значений. Для примера на рис. 4.8 приведено распределение времени задержки начала действий по организации эвакуации персоналом торговых комплексов [28].

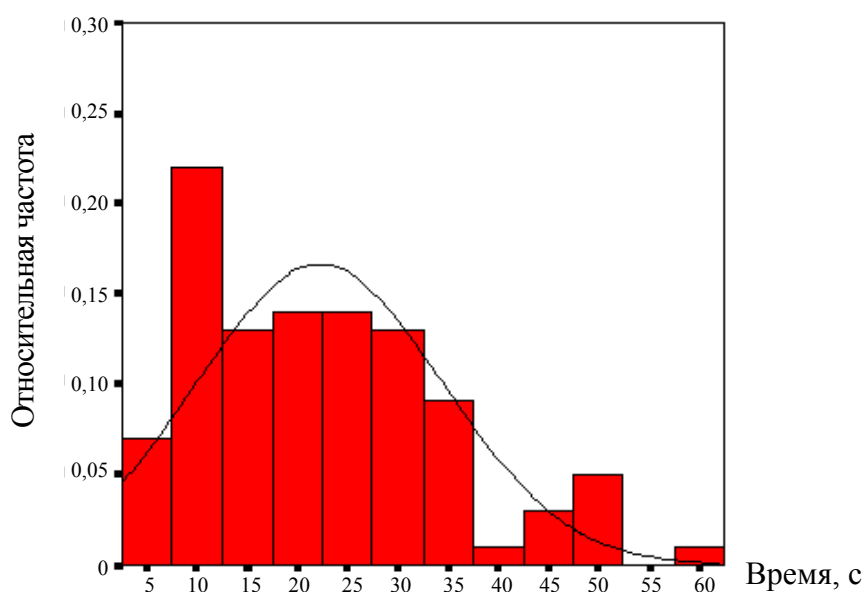


Рис. 4.8. Распределение времени задержки начала действий персонала торгового комплекса по организации эвакуации

Однако в настоящее время единственным документом (и не только в нашей стране), нормирующим время начала эвакуации людей  $t_{н.э}$ , как случайную величину, являются МГСН 4.19–2005 [102]. Случайная величина времени начала эвакуации характеризуется математическим ожиданием  $m(t_{н.э})$  и среднеквадратическим отклонением  $\sigma(t_{н.э})$ . В таком случае диапазон вероятных значений  $t_{н.э}$  равен  $m(t_{н.э}) \pm 3 \sigma(t_{н.э})$ . Рекомендуемые значения  $m(t_{н.э})$  и  $\sigma(t_{н.э})$ , впервые опубликованные в [150] и принятые МГСН 4.19 в качестве нормативных, приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

**Значения  $m(t_{н.э})$  и  $\sigma(t_{н.э})$  для помещений и зданий различного функционального назначения при известных [149] системах оповещения и управления эвакуацией**

Функциональный тип помещений и характеристики населения	IV–V типа		II–III типа		I типа	
	$m(t_{н.э})$ , мин	$\sigma(t_{н.э})$ , мин	$m(t_{н.э})$ , мин	$\sigma(t_{н.э})$ , мин	$m(t_{н.э})$ , мин	$\sigma(t_{н.э})$ , мин
Жилые квартиры (апартаменты) для длительного проживания. Жильцы могут находиться в состоянии сна, но знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	2,0	0,5	4,0	0,5	5,0	0,5
Номера гостиниц. Жильцы могут находиться в состоянии сна, быть недостаточно знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	2,0	0,5	4,0	0,5	6,0	0,5
Магазины, выставки, досуговые центры и другие помещения массового посещения. Посетители находятся в бодрствующем состоянии, но могут быть не знакомы с планировкой здания и структурой эвакуационных путей и выходов	2,0	0,5	2,0	0,5	6,0	0,5
Административные, торговые и другие помещения. Посетители находятся в бодрствующем состоянии и хорошо знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	1,0	0,3	3,0	0,5	4,0	0,3

*Примечание:*  $m$  – математическое ожидание,  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение. Установлено, что время начала эвакуации подчиняется нормальному (гауссовскому) закону распределения. Тогда, например, для жилых квартир при наличии СОУЭ IV типа время начала эвакуации находится в диапазоне от  $2,0 - 3 \cdot 0,5 = 0,5$  мин до  $2 + 3 \cdot 0,5 = 3,5$  мин.

Эта таблица охватывает здания и помещения, возможные в комплексах высотных зданий. Для зданий и помещений других классов функциональной пожарной опасности могут быть разработаны по аналогии с этой таблицей свои нормативные значения  $t_{н.э}$  как случайной величины, зависящей от комплекса соответствующих факторов.

Приведенные в табл. 4.5 данные позволяют учесть состояние человека (сон, бодрствование), знакомство с планировкой здания и другие факторы, влияющие на время начала эвакуации.

К сожалению, в нашей стране не проводятся целенаправленные исследования поведения людей в период с момента возникновения пожара до начала эвакуации.



#### 4.4. РАСЧЕТНОЕ ВРЕМЯ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  на каждом этапе эвакуации, представляющее собой сумму времени движения людского потока по участкам  $i$  маршрута эвакуации  $t_p = \sum t_{p,i} = \sum l_i / V_i$  при принятых объемно-планировочных решениях здания зависит, как видно, от длины  $l_i$  участков, составляющих маршрут, и скорости движения по ним. Значение расчетной скорости свободного движения должно соответствовать психологическому состоянию людей в начале эвакуации и их физическим возможностям. Анализ эмоционального состояния людей перед началом эвакуации [67] показал корректность выбора категории движения «повышенная активность» (гл. 2) для построения расчетной зависимости между скоростью и плотностью людского потока в чрезвычайных ситуациях (интервал скорости свободного движения 1,5–2,0 м/с). Дополнительным аргументом в пользу такого решения служат данные судебной экспертизы (табл. 4.6), давно используемые при расследованиях дорожных происшествий [151].

Как видно из данных табл. 4.6, большинству людей разных возрастных групп достаточно идти при эвакуации быстрым шагом. Людям старше 60-ти лет необходимо для этого перейти на темп движения «спокойный бег», что на короткое время эвакуации вполне возможно.

Оценивалась и вероятность возникновения паники в начале эвакуации, проанализированная в гл. 1. При этом принимались во внимание и данные [152] о том, что по характеру реакции в опасной ситуации люди могут быть подразделены на следующие категории:

1) обученные или внезапные лидеры (15–20 %), которые быстро схватывают информацию об окружающей обстановке, оценивают ее на основе своего прошлого опыта и принимают решения, выражающиеся в рациональных действиях;

2) легко ведомые (около 50 %) – люди, правильно воспринимающие обстановку, но не способные принимать соответствующих решений; они легко поддаются влиянию и либо подчиняются чьему-либо лидерству, либо присоединяются к массовому бегству других людей;

3) зависимые (10–15 %) – люди, имеющие несовершенное восприятие и затрудненную реакцию, требующие чьего-либо руководства при определении своих реакций и действий;

4) неумелые и ошеломленные (10–20 %) – имеющие ослабленное восприятие и отличающиеся несоответствующими или иррациональными реакциями;

5) далекие от реальности (не более 1 %) – отличающиеся примитивным поведением с нелогичными реакциями или их полным отсутствием. Неспособные справиться с возникшими трудностями; они проявляют полный психологический отказ в реакции на изменяющуюся обстановку.

Таблица 4.6

## Скорость людей в зависимости от темпа передвижения

Возрастная группа, годы	Пол	Число замеров	Быстрый шаг, интервал скорости, м/с	Средняя скорость, м/с	Число замеров	Спокойный бег, интервал скорости, м/с	Средняя скорость, м/с
До 7–8	М	23	1,50–1,81	1,63	28	2,00–2,89	2,36
	Ж	29	1,39–1,72	1,47	31	1,94–2,78	2,22
8–10	М	56	1,56–1,86	1,67	62	2,06–2,97	2,47
	Ж	54	1,44–1,78	1,53	53	2,00–2,86	2,33
10–12	М	43	1,58–1,92	1,72	46	2,11–3,08	2,58
	Ж	48	1,50–1,83	1,61	48	2,06–2,97	2,47
12–15	М	76	1,64–1,97	1,81	118	2,17–3,25	2,78
	Ж	78	1,56–1,89	1,69	75	2,14–3,11	2,64
15–20	М	38	1,67–2,17	1,89	12	2,99–3,61	2,86
	Ж	20	1,58–1,92	1,75	11	2,25–3,50	2,78
20–30	М	57	1,75–2,17	1,92	25	2,44–3,61	3,06
	Ж	72	1,67–2,06	1,83	47	2,36–3,56	2,94
30–40	М	51	1,75–2,17	1,89	29	2,28–3,33	2,94
	Ж	53	1,64–2,00	1,81	45	2,25–3,22	2,72
40–50	М	55	1,67–2,00	1,86	25	2,11–3,08	2,67
	Ж	74	1,53–2,00	1,69	41	2,11–2,94	2,47
50–60	М	46	1,50–1,89	1,67	15	1,94–2,78	2,39
	Ж	50	1,44–1,81	1,56	24	1,92–2,50	2,19
60–70	М	33	1,25–1,67	1,42	8	1,72–2,11	1,94
	Ж	42	1,25–1,56	1,36	17	1,72–2,08	1,89
Старше 70	М	19	1,00–1,39	1,17	20	1,42–1,81	1,56
	Ж	71	1,00–1,33	1,14	26	1,36–1,72	1,53
Пешеходы с протезом ноги	М	10	1,11–1,47	1,25	4	1,53–1,86	1,67
В состоянии опьянения	М	19	1,39–1,78	1,5	22	1,94–2,39	2,28
С ребенком за руку	Ж	28	1,31–1,53	1,53	16	1,61–2,31	1,67
	М			1,44			1,92
С ребенком на руках	М	6	1,39–1,53	1,47	2	1,72–2,00	1,86
	Ж			18			1,42
С громоздкими свертками	М	9	1,5–1,75	1,61	–	–	–
	Ж			4			1,53
С детской коляской	Ж	5	1,31–1,58	1,44	2	1,83–2,00	1,92
Идущие под руку	–	22	1,53–1,86	1,67	9	2,08–3,14	2,5

В большинстве случаев при пожаре человек оказывается членом той или иной группы. Внутри группы сильно действует эффект подражания.

Организованность группы в большой степени определяется культурным уровнем и общественным положением ее участников. Наиболее организованы группы служащих, рабочих и учащихся, во главе которых оказываются формальные лидеры. Поэтому необходима соответствующая подготовка таких руководителей. В зданиях же с массовым посещением людей, не объединенных общностью службы, работы, учебы и т. п., такими лидерами – организаторами эвакуации посетителей – должны быть члены обслуживающего персонала, находящиеся в непосредственном контакте с посетителями.

Однако, как выяснилось в результате проведенных позже (2005–2006 гг.) обследований, например, крупнейших торговых зданий Москвы, такая подготовка персонала не ведется вообще. В развитых же зарубежных странах Европы она является неременным условием работы. Очевидно, что подготовку таких лидеров следует рассматривать как эффективное организационное мероприятие системы оповещения и управления эвакуацией. Их подготовка должна быть одной из первоочередных задач не только добровольных пожарных дружин, но и, прежде всего, владельцев организаций, эксплуатирующих здания и сооружения с массовым пребыванием людей.

Первая фраза определения термина «эвакуация» в СНиП 21–01 подчеркивает, что *процесс эвакуации* – это организованный процесс. Функция организация процесса эвакуации возлагается, в основном, на систему оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). Эффективность влияния элементов СОУЭ показывают данные, полученные в ходе экспериментов [27] и представленные на рис. 4.9. Эти данные показывают, что использование СОУЭ для организации движения людских потоков ведет к увеличению количество людей, выбравших оптимальный (кратчайший) путь и снижению количества людей выбравших критический путь эвакуации.

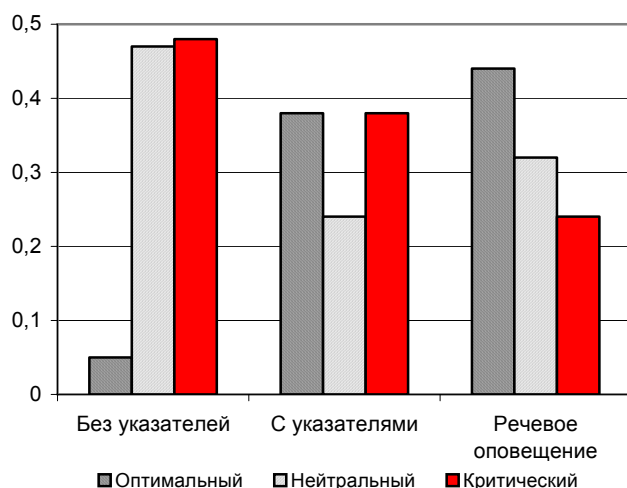


Рис. 4.9. Влияние элементов СОУЭ на выбор маршрута эвакуации: оптимального (кратчайшего пути), нейтрального и критического (наиболее продолжительного и загруженного)

Нормативные требования к организации СОУЭ приведены в НПБ 104–03 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях». В настоящее время существует 5 типов системы оповещения. Предусмотрены следующие способы оповещения: звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.), речевой (передача специальных текстов), световой (световые мигающие указатели «Выход», статические и динамические указатели направления движения). СОУЭ 3–5 типов предусматривают разделение здания на зоны пожарного оповещения, возможность реализации нескольких вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения и обеспечение координированного управления из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре. Важно отметить, что содержание сообщения о пожаре, тональность, тембр и некоторые другие аспекты имеют решающее значение для эффективности оповещения о пожаре. В настоящее время этим вопросам в нашей стране не уделяется достаточного внимания.

При принятых принципах и структуре нормирование расчетной детерминированной зависимости между скоростью и плотностью людского потока приобретало особое значение по следующим соображениям. Использование кинематических закономерностей ограничивалось соотношениями  $q_i = q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i \leq q_{\max}$  и  $q_i = \sum q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i \leq q_{\max}$  при движении по последовательно расположенным участкам пути и при их слиянии на границе участка  $i$ , соответственно. Имелось также указание, что при невозможности выполнения этих условий интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути  $i$  определяется при значении  $D_{\max}$  и более. Таким образом, возможное растекание людского потока и перестроение его части с впереди идущей, менее плотной частью, не учитываются. Это было принято для большей гарантии соответствия расчетного результата возможному пессимистическому варианту развития процесса в действительности. Поэтому установление расчетных детерминированных зависимостей между параметрами людских потоков, дающих значения расчетного времени эвакуации близкого к максимальному при стохастическом моделировании времени завершения эвакуации, должно было, по возможности, компенсировать потери описания случайного по природе процесса его детерминированным представлением в нормировании.

Завышение расчетных скоростей движения может привести к тому, что расчетное время эвакуации окажется меньше фактического. Их занижение ведет к тому, что соответствующие им меньшие значения интенсивности движения приведут к назначению меньшей требуемой ширины эвакуационных путей и выходов, а это особенно опасно, поскольку ведет к образованию скоплений людей с максимальной плотностью. При

этом следовало учитывать, что установленные расчетные зависимости будут использованы в дальнейшем для нормирования размеров эвакуационных путей и выходов, удовлетворяющих критериям обеспечения безопасности эвакуации людей из помещений и зданий различного назначения: *своевременности*  $t_p \leq t_{нб}$  и *беспрепятственности*  $D_i \leq D_{пр} = D$  при  $q_{max}$  (что эквивалентно  $q_i \leq q_{max}$ ) – при известных значениях  $t_{нб}$ .

Поэтому было принято следующее решение:

- провести стохастическое моделирование людских потоков при их движении по эвакуационным путям, схемы которых имеют применение при массовом гражданском и промышленном строительстве;

- получить по результатам моделирования распределение плотности вероятности времени окончания процесса;

- принять в качестве расчетной зависимости ту реализацию случайной функции  $V_D = V_0(1 - a_j \ln(D_i / D_0))$ , которая будет давать наиболее близкую аппроксимацию значений максимального времени эвакуации.

Установление расчетных детерминированных зависимостей  $V_i = \varphi(D_i)$  при известных схемах путей эвакуации осуществляется достаточно просто [5], хотя и очень трудоемко, если аппроксимирующие формулы при установлении расчетных зависимостей учитывают и кинематические закономерности одновременного слияния и переформирования людских потоков при движении по общей схеме коммуникационных путей (см. гл. 2).

Выполнение первого условия обеспечения безопасности людей при эвакуации, согласно [5], требуют соблюдения условия

$$\sum N_i / q_{i+1} b_{i+1} + \Delta t \leq t_{нб},$$

где  $\Delta t = l_i / V_i$  – время движения по начальным (боковым) участкам пути (см. рис. 2.11).

Но  $\sum N_i / (q_{i+1} b_{i+1}) = l_{i+1} \sum N_i / (l_{i+1} b_{i+1} D_{i+1} V_{i+1}) = l_{i+1} / V_{i+1}$  и поэтому это условие всегда будет выполняться, если  $l_{i+1} / V_{i+1} + l_i / V_i \leq t_{нб}$ , а соотношение между шириной смежных участков пути будут устанавливаться в соответствии с формулами:

$$b_i = N_i / D_i l_i \text{ или } b_i = N_i f / D_i l_i,$$

$$q_i = D_i V_i,$$

$$b_i = P_{i-1} / q_{imax} \text{ и } q_i = q_{i-1} b_{i-1} / b_i.$$

Благодаря включению этих соотношений в нормативный документ высшего уровня (в то время – СНиП II–2–80), их выполнение становится нормативным требованием и для назначения размеров эвакуационных путей и выходов во всех видах зданий и помещений.

Вспомним, что анализ схем эвакуационных путей в зданиях разного функционального назначения (гл. 2) показал: несмотря на обилие различных видов и типов зданий и помещений, разнообразие структур эвакуационных

путей в них весьма ограничено (рис. 2.11) и они могут быть представлены общей схемой (рис. 2.11 д), а остальные являются ее модификацией.

Общая расчетная схема представляет собой несколько последовательно расположенных боковых участков, людские потоки с которых выходят на общий путь, состоящий из участков ( $\Delta l$ ), соединяющих боковые участки. Геометрические размеры участков общей схемы и параметры людских потоков на них могут различаться, но процесс движения людских потоков по ним будет иметь общий характер – последовательное слияние и перестроение людских потоков с боковых направлений на участках общего пути, давая общую качественную картину формирования параметров движения.

Значения  $\Delta l$  от 1 до 3 м характерны для схем эвакуационных путей в помещениях, от 3 до 9 м – для коридоров, от 9 до 18 м – для лестничных клеток. В каждом конкретном случае применения общей расчетной схемы, значения параметров движения людских потоков в различные моменты времени на ее участках будут различны, но характерным является то, что в любом случае по прошествии некоторого времени происходит стабилизация их величин. Количество источников также может широко варьироваться. Исследование стабилизации параметров процесса показывает, что для его моделирования оно может быть принято не более пяти. Значения плотности людских потоков на участках формирования различны для помещений различного назначения, но не превосходят 4 чел./м<sup>2</sup> (в рядах зрительских мест), а при эвакуации из помещений и далее по маршруту движения должны быть ограничены по условиям беспрепятственности движения величиной 5 чел./м<sup>2</sup> для горизонтальных путей и проемов и 4 чел./м<sup>2</sup> для лестниц вниз (соответствуют максимальному значению интенсивности движения по этим видам путей).

Были построены распределения вероятностей значений времени завершения эвакуации при различных вариантах использования общей расчетной схемы путей для людских потоков со значениями случайной величины  $V_0$  из принятого интервала ее возможных значений. Их анализ показал, что достаточно точную аппроксимацию максимальных значений  $t_p$  дает детерминированная зависимость скорости от плотности потока при  $V_0 = 100$  м/мин для движения по горизонтальным путям, через проемы, по лестнице вниз и 60 м/мин для движения по лестнице вверх. Они и были приняты в качестве расчетных зависимостей при составлении табл. 4 в СНиП II–2–80, которая затем была заимствована и ГОСТ 12.1.004–91\* (табл. 2 прил. 2).

Таким образом, примененный метод установления расчетной зависимости максимально использовал имевшиеся возможности детерминированной аппроксимации случайной функции. Графики расчетных зависимостей приведены на рис. 4.10, а их значения – в табл. ПЗ.1 гл. 3.

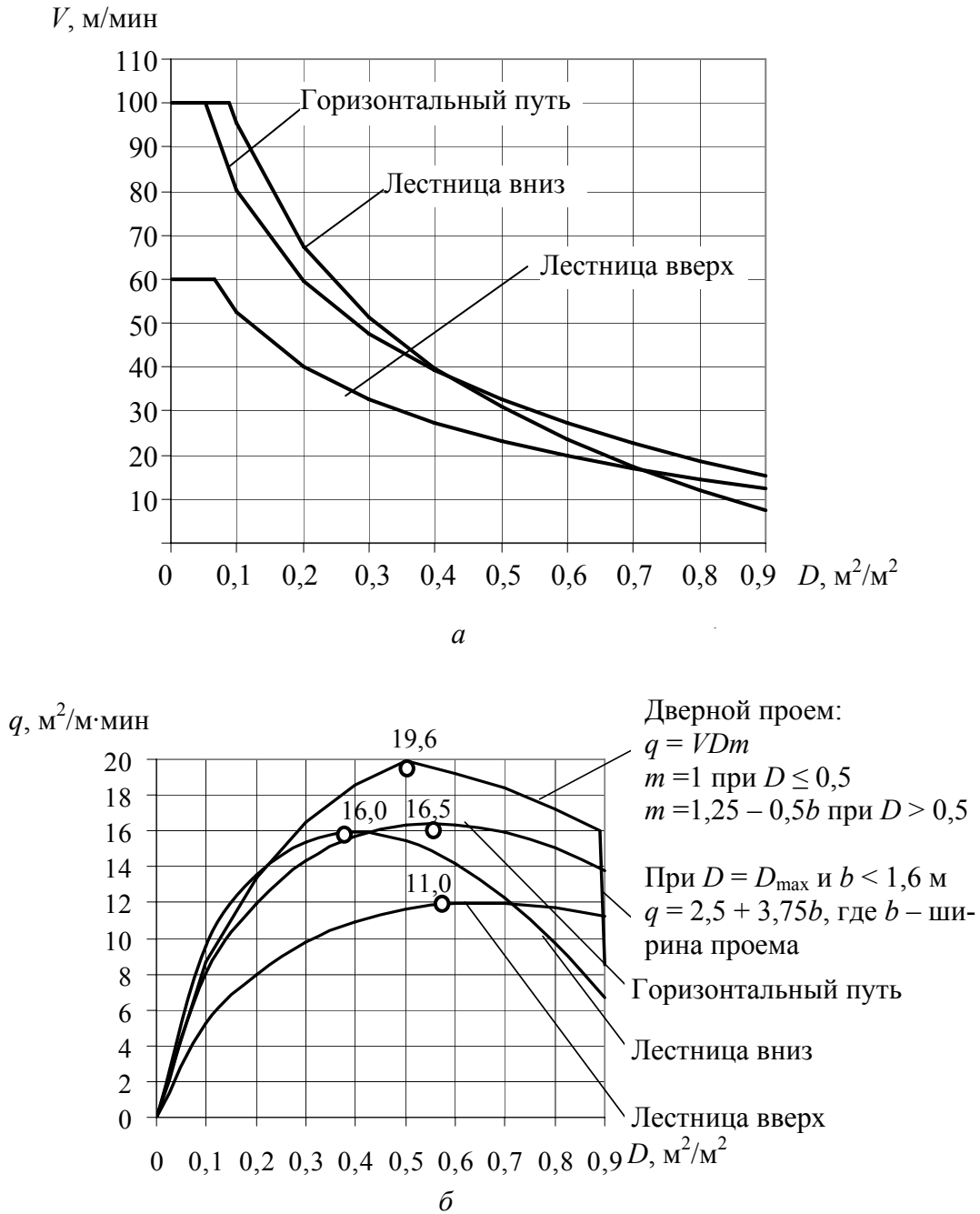


Рис. 4.10. Расчетные зависимости между параметрами людских потоков:  
 $a$  – скорость – плотность,  $b$  – интенсивность движения – плотность

Однако положение расчетного значения  $V_0$  в интервале вероятных значений скорости свободного движения людей при активном движении (рис. 4.11) показывает, что интервал значений  $V_0 \geq 100$  м/мин составляет немногим более 50 % вероятных значений. Интервал  $V_0$  менее 100 м/мин остается вне сферы нормирования, а в этом интервале наиболее вероятны значения скоростей движения людей из маломобильных групп населения.

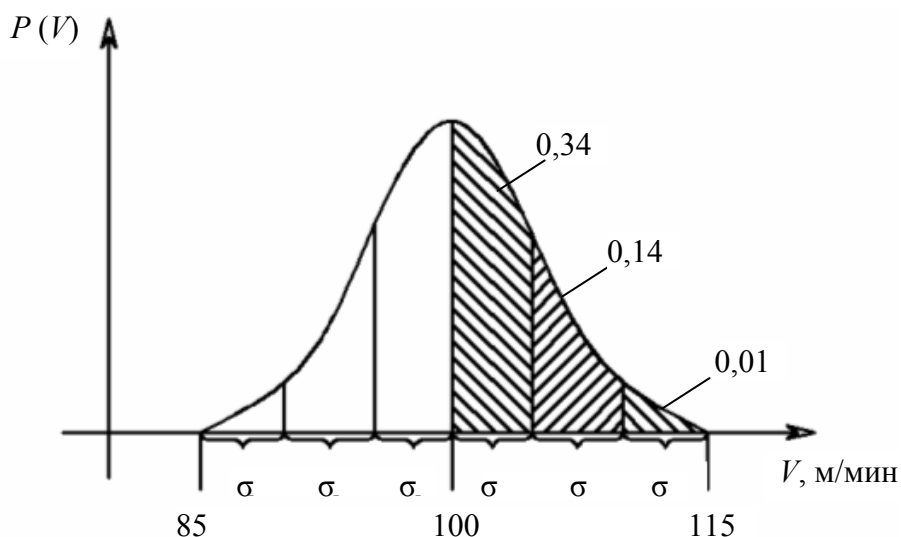


Рис. 4.11. Плотность распределения вероятности значений скорости свободного движения людей при активном движении

Повышение внимания в стране в последнее десятилетие прошлого века к созданию для инвалидов и людей с ослабленным здоровьем более благоприятных условий их быта, отдыха и труда привело к разработке СНиП 35–01–2001: «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» [77], в которых впервые приведены расчетные зависимости между параметрами людских потоков, состоящих при эвакуации из таких людей (гл. 3, прил. 3.2). Базой для них послужили данные проведенных к тому времени натуральных наблюдений (см. гл. 1). Учитывая объекты натуральных наблюдений, следует иметь в виду, что эти зависимости в большей мере корректны для достаточно однородных потоков соответствующих групп населения, которые характерны для специализированных учреждений и для общественных зданий, среди посетителей которых процент таких людей очень велик. Поэтому обеспечение возможности учета вероятности присутствия (определенного процента) таких людей в составе смешанных людских потоков большинства общественных и производственных зданий остается актуальной, тем более что СНиП 21–01 требует: «4.1. В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара: «возможность эвакуации людей независимо от их возраста и физического состояния наружу на прилегающую к зданию территорию (далее – наружу) до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара».

Учитывая эти факты, МГСН 4.19–2005 [102] впервые нормируют связь между параметрами людского потока в виде случайной функции следующим образом: «Скорость движения людского потока при плотности  $D_i$  на  $i$ -м отрезке участка пути  $k$ -го вида – случайная величина  $V_{D,k}$ , имеющая числовые характеристики:

– математическое ожидание (среднее значение)

$$V_{D,k} = V_{0,k} [(1 - a_k \ln D_i / D_{0,k})] m \text{ при } D_{i,k} \geq D_{0,k}, \text{ чел./м}^2;$$



– среднее квадратичное отклонение

$$\sigma(V_{D,k}) = \sigma(V_{0,k}) [(1 - a_k \ln D_i / D_{0,k})],$$

где  $V_{0,k}$  и  $\sigma(V_{0,k})$  математическое ожидание скорости свободного движения людей в потоке (при  $D_i \leq D_{0,k}$ ) и ее среднее квадратическое отклонение, м/мин;

$D_{0,k}$  – предельное значение плотности людского потока, до достижения которого возможно свободное движение людей по  $k$ -му виду пути (плотность не влияет на скорость движения людей);

$a_k$  – коэффициент адаптации людей к изменениям плотности потока при движении по  $k$ -му виду пути;

$D_i$  – значение плотности людского потока на  $i$ -м отрезке ( $\Delta l$ ) участка пути шириной  $b_i$ , чел./м<sup>2</sup>;

$m$  – коэффициент влияния проема.

Значения перечисленных параметров приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

**Значения параметров  $D_{0,k}$ ,  $a_k$  и  $m$**

Вид пути, $k$	$V_{0,k}$ м/мин	$\sigma(V_{0,k})$ м/мин	$D_{0,k}$ чел./м <sup>2</sup>	$a_k$	$m$
Горизонтальный в здании	100	5	0,51	0,295	1
Горизонтальный вне здания	100	5	0,70	0,407	1
Проем*	100	5	0,65	0,295	1,25 – 0,05 $D$ , при $D \geq 5$ чел./м <sup>2</sup>
Лестница вниз**	100(80)	5	0,89	0,400	1
Лестница вверх	60	2,5	0,67	0,305	1

\* При  $D = 9$  чел./м<sup>2</sup> значения  $V_i D_{i,k} = q_i$  определяются по формуле  $q_i = 10 (3,75 + 2,5b_i)$ , чел.м/мин, где  $b_i$  – ширина проема;

\*\* 100 м/мин – при длине пути эвакуации по лестнице не более 50 м, 80 м/мин – более 50 м.

#### **4.5. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРИ НОРМИРОВАНИИ КРИТЕРИЯ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ**

При нормировании особое внимание должно быть уделено поиску способов устранения проектных решений эвакуационных путей, которые могут приводить к образованию скоплений перед дверными проемами. Поэтому кроме общего требования  $q_i = \sum q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i \leq q_{\max}$  в нормируемую расчетную зависимость между параметрами движения через проем введено дополнительное ограничение [42, 60]: значение  $q_i$  при  $D_i \geq 5$  чел./м<sup>2</sup> (или  $D_i \geq 0,5$ , если значение  $D_i$  выражено через площадь горизонтальной проекции участников потока) корректируется понижающим коэффициентом  $m = 10(1,25 - 0,5D_i)$  или  $m = 1,25 - 0,5D_i$ , соответственно. Дополнительно интенсивность движения

через проем ( $q_i$ ) при образовании максимальной плотности потока перед ним поставлена в зависимость от его ширины  $b$  и определяется по формуле:  $q_i = 2,5 + 3,75b$  м/мин. Все эти ограничения введены на тот случай, когда при анализе проектных решений окажется:  $q_i \geq q_{\max}$ , поскольку это означает, что такое проектное решение ведет к неизбежному образованию скопления с максимальной плотностью людского потока, чреватой для людей компрессионной асфиксией.

Движение людского потока через проем при минимальных значениях параметров, соответствующих  $D_{\max}$ , дает максимальное значение времени движения через сечение рассматриваемого участка пути (проем). Оно является и временем существования скопления. «При этом должно учитываться время задержки движения людей из-за образования скопления» – такое условие, введенное приложением 2 ГОСТ 12.1.004–91, обращает внимание проектировщика на то, насколько допущенное образование скопления увеличивает продолжительность эвакуации по сравнению с беспрепятственной эвакуацией. Но эту «задержку» не нужно прибавлять к полученному расчетному значению  $t_p$ , поскольку она уже входит в него, хотя некоторые расчетчики так поступают, по-видимому, не понимая физики описываемого процесса.

Следует отметить, что чрезвычайная опасность образования скоплений (см. гл. 1) при эвакуации людей стала, по-видимому, очевидной для специалистов, отвечающих за безопасность. Пример категорического решения этой проблемы дает международный нормативный документ [153]: «существование скоплений людей с плотностью более 4 чел./м<sup>2</sup>, продолжительностью более 10 % от общего времени движения людей в безопасную зону, требует либо изменения проекта путей эвакуации (для строящихся кораблей), либо изменения процедуры эвакуации (для существующих кораблей)».

Необходимо ограничить величину допустимой плотности людского потока значениями: 4 чел./м<sup>2</sup> – на лестницах, 5 чел./м<sup>2</sup> – на горизонтальных путях и в проемах.

#### **4.6. ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ**

Определенное по ГОСТ 12.1.004 расчетное время эвакуации людей не может соответствовать значению вероятности  $P = 0,999$ , поскольку расчет ведется по средним значениям скорости потока, т. е. практически при его однородном составе. Учет неоднородности состава потока требует рассматривать скорость как случайную величину. Тогда значение расчетного времени эвакуации, соответствующее значению  $P = 0,999$ , установленное с учетом влияния людей различного возраста и физического состояния в составе потока, будет гораздо выше (приблизительно в полтора раза, см. рис. 4.12).

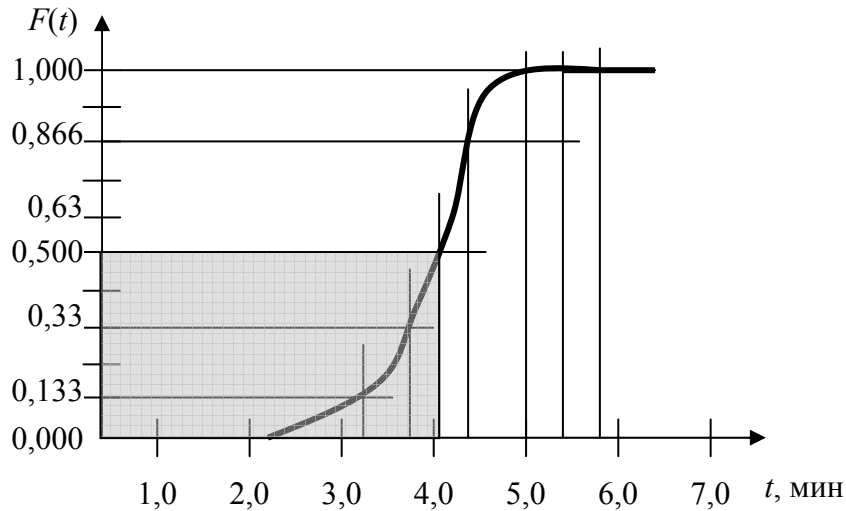


Рис. 4.12. График функции распределения вероятности расчетного времени эвакуации людей в интервале от 2,2 до 6,34 мин. Затемненная область – при средних значениях скорости движения людей в потоке (ГОСТ 12.1.004–91\*)

Следовательно, методика ГОСТ некорректна и требуемый уровень защиты людей от опасных факторов пожара не обеспечивается. Фактическое соотношение между расчетным и необходимым временем эвакуации при детерминированном описании этих процессов ГОСТ и действительным вероятным распределением их значений иллюстрируется диаграммами на рис. 4.13.

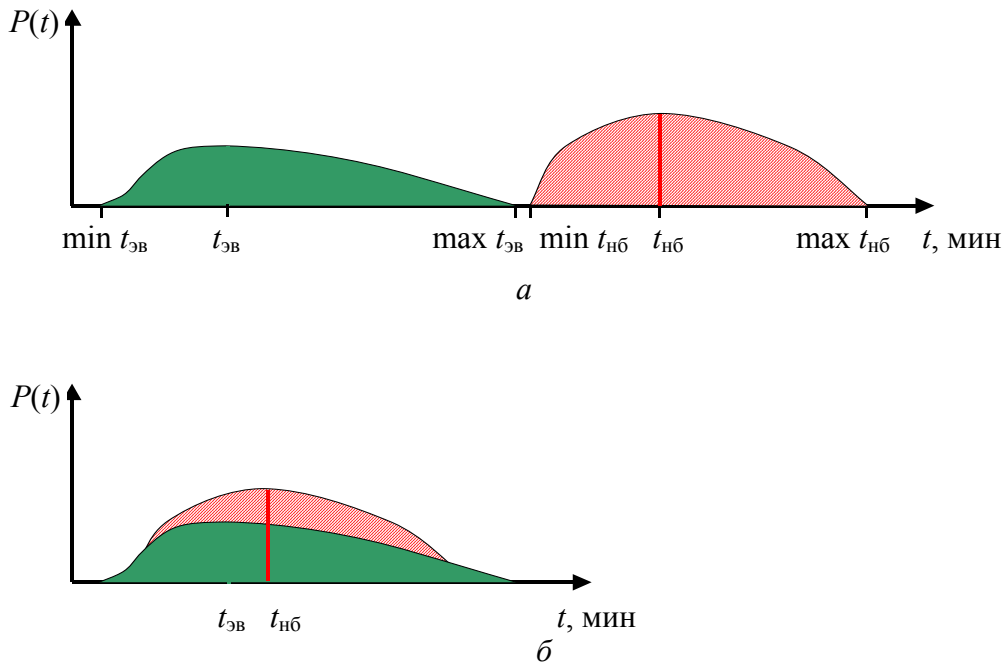


Рис. 4.13. Обеспечение условий своевременной эвакуации людей:  
*a* – при действительном развитии процессов эвакуации ( $t_{эв} = t_{н.э} + t_{р.эв}$ ) и опасных факторов пожара ( $t_{нб}$ ), описываемых плотностями распределения вероятностей времени их достижения  $P(t)$ ; *б* – при детерминированном описании этих процессов (ГОСТ 12.1.004, приложение 2), игнорирующем действительный (вероятностный) характер этих процессов (соотношение только между средними значениями  $t_{эв} \leq t_{нб}$ )

Однако для обеспечения безопасности людей при эвакуации недостаточно только ее своевременности (своевременно вынести жертвы компрессионной асфиксии – это безопасность?). Используя понятия теории вероятностей для более четкого понимания, можно сказать, что событие «безопасность» состоит в одновременном наступлении двух событий: «своевременность» и «беспрепятственность». Поэтому вероятность события «безопасность» –  $P(Б)$  является произведением вероятностей событий «своевременность» –  $P(С)$  и «беспрепятственность» –  $P(Бп)$ , т. е.  $P(Б) = P(С) \cdot P(Бп)$ . Образование скоплений – такой же опасный фактор ЧС, вызванный или спровоцированный чрезвычайными обстоятельствами (или плохой организацией и управлением эвакуацией), как и другие опасные факторы. Отказ учитывать этот фактор – вклад в «ящик Пандоры», в скопище причин «ужасающих показателей смертности» (гл. 1, введение).

#### 4.7. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ

Ни СНиП 21–01, ни ГОСТ 12.1.004 не уделяют должного внимания вопросам организации и управления эвакуацией людей. Даже не упоминаются такие ее виды, как частичная и поэтапная эвакуация. В результате, большинство пользователей нормативных документов убеждены, что возможна только полная одновременная эвакуация всего населения зданий или их комплексов. Выходит, что специалисты вынуждены заново открывать [48, 106] высокую эффективность организации поэтапной эвакуации даже из достаточно простых зданий, например гостиниц, относительно небольшой этажности [154].

Еще более высокая эффективность эвакуации достигается при ее поэтапной организации с использованием лифтов, что может быть проиллюстрировано данными об эвакуации людей (около 15 000 чел.) из 46-этажного офисного блока высотного здания (табл. 4.8).

Таблица 4.8

**Виды эвакуации и характеризующие ее параметры**

Виды эвакуации	Максимальная плотность, чел./м <sup>2</sup>	Время эвакуации, мин
Одновременная	9	80
Поэтапная пешеходная	3	42
Поэтапная с использованием лифтов	3	24

Однако п. 6.24 СНиП 21–01 указывает, что эвакуационные пути «не должны включать лифты и эскалаторы». Такое требование противоречит реалиям жизненных ситуаций: многие станции и пересадочные узлы метрополитена, по которым передвигаются миллионы людей ежедневно, в качестве единственно возможного участка эвакуационного пути на поверхность имеют эскалатор, а по данным мировой статистики [26] большинство людей

при эвакуации из высотных зданий во время пожара использовали лифты до тех пор, пока они функционировали; даже во время катастрофы в зданиях всемирного торгового центра в Нью-Йорке при помощи лифтов эвакуировалось около 3000 чел. [107]. Использование лифтов предусматривается и при эвакуации маломобильного населения [77] из-за отсутствия альтернативы такому решению. Но и здоровые люди при движении по лестнице испытывают усталость после 5 минут спуска [111], а при спуске приблизительно с 18 этажа они «страдают от усталости» [108]. Отсюда следует, что требование СНиП 21–01: эвакуационные пути «не должны включать лифты и эскалаторы – «бесчеловечно». Оно не только бесчеловечно, но технически не оправдано, поскольку современные требования к противопожарной защите лифтовых установок в высотных зданиях, как показывают данные табл. 4.9, обеспечивают их безопасность на уровне незадымляемых лестничных клеток и относятся к электроприемникам 1-й особой и 1-й категориям надежности, что гарантирует их бесперебойную работу.

Таблица 4.9

**Сопоставление уровней обеспечения пожарной безопасности лестничных клеток типа Н2 и лифтовых установок**

Конструктивные и инженерные решения	Лестничная клетка	Нормативы	Лифтовые установки	Нормативы
Несущие конструкции REI	180	МГСН 4.19 п. 4.24	–	–
Конструкции шахт лифтов REI	–	–	120, 180	МГСН 4.19 п. 4.24
Площадки, козырьки, марши R	60	МГСН 4.19 п. 4.24	–	–
Внутренние ненесущие конструкции EI	–	–	60, 120	МГСН 4.19 п. 4.24
Двери EI	60, 90	МГСН 4.19 п. 4.29	60, 90 противопожарные, дымогазонепроницаемые	МГСН 4.19 п. 4.29, СНиП 21.01 п. 8.10
Системы приточной противодымной защиты, подпор	Н2	СНиП 21-01 п. 5.15 МГСН 4.19 п. 4.24	Шахты Холлы	СНиП 41-01 п. 8.156 МГСН 4.19 п. 14.60, 14.58
Адресные дымовые извещатели	Да		Да	МГСН 4.19 п. 13.2.43
Системы чрезвычайной оперативной телефонной связи	–	–	В лифтовом холле	МГСН 4.19 п. 13.2.51
Материалы отделки полов	Негорючие	МГСН 4.19 п. 14.33	Негорючие	МГСН 4.19 п. 14.70
Система пожарной сигнализации	–	–	Холлы, шахты	МГСН 4.19 п. 13.2.40

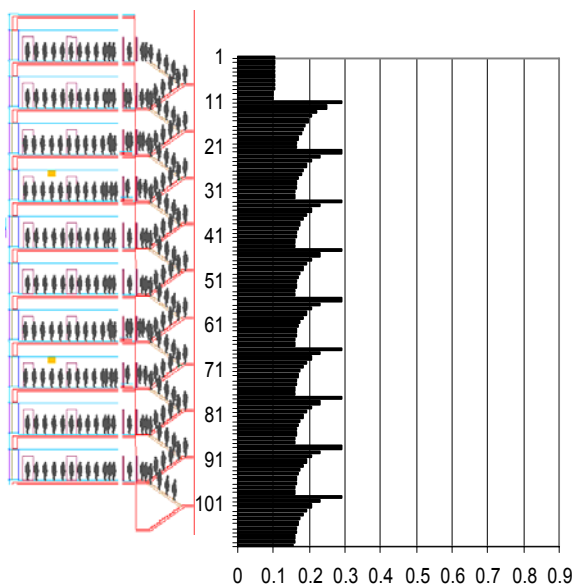
В настоящее время появилась возможность организации поэтапной эвакуации с использованием лифтов из высотных зданий [102]: «п. 16.2.2. Структура и размеры эвакуационных путей и выходов должны обеспечивать беспрепятственную и своевременную, полную или частичную, одновременную или поэтапную, пешеходную и при помощи лифтов, в зависимости от типа чрезвычайной ситуации, эвакуацию людей из любой части высотного здания независимо от их возраста и физического состояния».

Возможное присутствие в составе населения зданий различного функционального назначения значительного процента маломобильного населения и высокая вероятность образования на лестницах больших плотностей людских потоков (рис. 4.14), ведет к многократному увеличению времени эвакуации людей с этажей многоэтажных зданий, заставляют искать решения по увеличению степени противопожарной защиты эвакуирующихся с этажа.

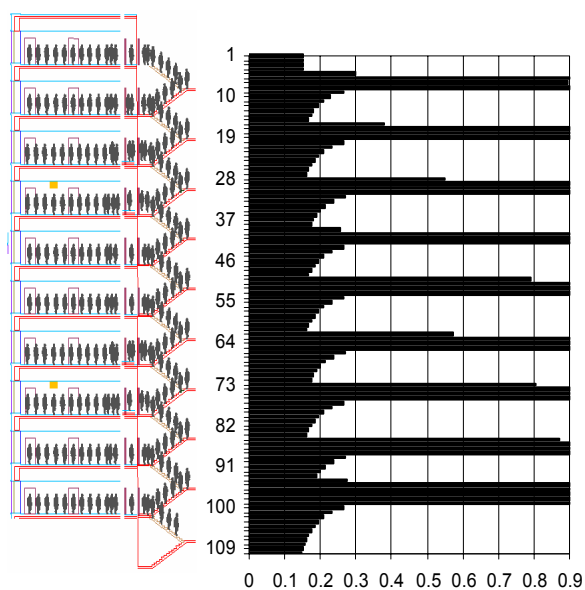
Одним из таких решений является устройство поэтажных зон пожарной безопасности. Впервые требование о создании таких зон введено СНиП 35–01–2001. В состав зоны пожарной безопасности этажа входят:

- лестничная клетка;
- лифтовый холл;
- лифтовая установка;
- эвакуационный переход в соседние здания, если он имеется.

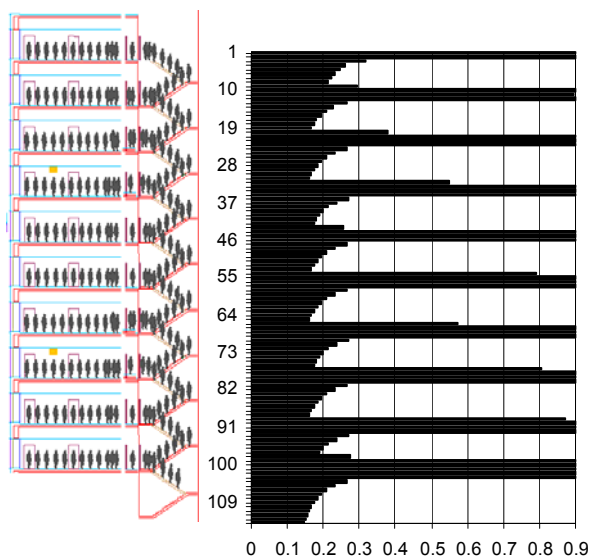
Их следует проектировать как единый транспортно-коммуникационный узел, вход в который осуществляется через тамбур-шлюз первого типа с подпором воздуха в нем. Площадь зоны безопасности в пределах этажа должна назначаться из расчета не менее  $0,5 \text{ м}^2$  на каждого эвакуирующегося, но не менее  $25 \text{ м}^2$ . Зона пожарной безопасности должна быть незадымляемой. При пожаре должно создаваться в ней избыточное давление  $20 \text{ Па}$  при открытой двери эвакуационного выхода. Конструкции зон безопасности и эвакуационных путей должны быть класса КО, пределы огнестойкости конструкций и заполнения в них проемов – первого типа, материалы их отделки и покрытия полов – негорючими.



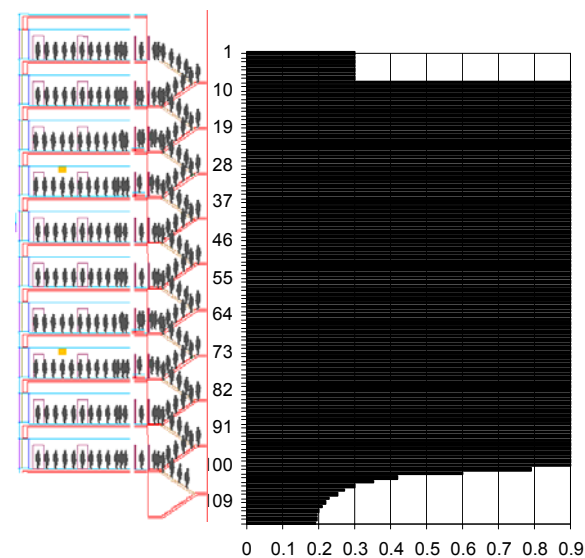
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4

Рис. 4.14. Возможные варианты образования плотностей людских потоков в лестничной клетке при эвакуации из высотного здания. Вариант 1 характерен для жилых зданий и гостиниц, варианты 2–4 характерны для эвакуации людей из офисных зданий, так как через лестничную клетку с каждого этажа эвакуируется, как правило, более 100 чел.

## Заключение

Ретроспективный взгляд на развитие нормирования размеров путей эвакуации в нашей стране показывает, что, начиная с 30-х годов прошлого столетия, оно получает возможность опереться на данные научных исследований процесса движения людских потоков, развиваемых представителями многих организаций, сформировавших научную школу «Теории людских потоков». Создана крупнейшая в мире база данных натуральных наблюдений и экспериментов, установлены закономерности движения людских потоков и психофизически обоснованные закономерности связи между их параметрами, разработаны методы моделирования и расчета, дающие адекватные практике результаты. Начиная с начала 80-х годов XX в., они активно используются в практике нормирования, основывающейся на установленных критериях безопасности людей при эвакуации в чрезвычайных ситуациях.

Практические запросы проектирования усложняющейся структуры современных зданий, их многонаселенность и многофункциональность требуют дальнейшего развития методологии нормирования. Современное нормирование должно более полно отображать поведение и психофизиологические возможности неоднородных по своему составу потоков эвакуирующихся людей, современных средств их перемещения, эффективность систем защиты путей и средств эвакуации, систем обнаружения пожара, оповещения о нем и организации и управления эвакуацией людей. Современное противопожарное нормирование зданий и сооружений должно уделять больше внимания требованиям к инженерным и электронным системам, обеспечивающим защиту людей в чрезвычайных ситуациях пожара, и не только пожара. Современные здания – это не только колонны и балки, а иерархический комплекс сложных систем жизнеобеспечения и защиты. И именно они должны обеспечивать время, необходимое людям для безопасной эвакуации, а не люди должны успевать покинуть здание за необходимое время, диктуемое не регулируемой стихией опасных факторов пожара. Нормы должны реально оценивать достигнутый в зданиях уровень безопасности людей.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4.1

### Необходимое время эвакуации по СНИП II–2–80, прил. 1, разд. 2. Приводится с сокращениями (без примечаний)

1. Необходимое время эвакуации людей  $t_{нб}$  из зальных помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости принимается по таблице П4.1.

Таблица П4.1

#### Необходимое время эвакуации из помещений общественного назначения

Наименование помещений	Необходимое время эвакуации, мин, при объеме помещения, тыс. м <sup>3</sup>				
	До 5	10	20	40	60
Зрительные залы в театрах, клубах, домах культуры и других залах с колосниковой сценой	1,5	2	2,5	2,5	–
Зрительные, концертные, лекционные залы и залы собраний, выставочные залы и другие залы без колосниковой сцены (кинотеатры, крытые спортивные сооружения и т. п.) цирки, столовые	2	3	3,5	4	4,5
Торговые залы универсальных магазинов	1,5	2	2,5	2,5	–

2. Необходимое время эвакуации людей из зданий театров, клубов, дворцов культуры и других зданий с колосниковой сценой, также, как и из зданий кинотеатров, киноконцертных зданий, крытых спортивных сооружений, цирков, универмагов и столовых, принимается: для зданий I и II степени огнестойкости – 6 мин, III и IV степени огнестойкости – 4 мин, V степени огнестойкости – 3 мин.

3. Для зрительных залов без колосниковой сцены, объем которых превышает 60 тыс. м<sup>3</sup>, необходимое время эвакуации людей  $t_{нб}$  следует определять по формуле  $t_{нб} = 0,115W^{1/3}$ , где  $t_{нб}$  – необходимое время эвакуации людей из зала на уровне пола зала, мин;  $W$  – объем помещения, м<sup>3</sup>. При этом необходимое время эвакуации людей должно быть не более 6 мин, а число эвакуирующихся на один выход из зала не должно превышать 600 чел.

Необходимое время эвакуации людей из амфитеатров, ярусов или балконов уменьшается в зависимости от высоты зала: на 35 % – при размещении эвакуационных выходов на середине высоты и на 65 % – на отметке, равной 0,8 высоты зала. Максимальная высота размещения

эвакуационных выходов в зале не должна превышать 22 м. Время эвакуации людей из зданий не должно превышать 10 мин.

4. В общественных зданиях и во вспомогательных зданиях (административно-бытовых – по новой классификации) промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости с коридорами, служащими для эвакуации людей, необходимое время для эвакуации людей  $t_{нб}$  от дверей наиболее удаленных помещений до выхода наружу или в ближайшую лестничную клетку принимается:

1 мин – от помещений, расположенных между двумя лестничными клетками или наружными выходами;

0,5 мин – от помещений с выходами в тупиковый коридор, рис. П4.1.

Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

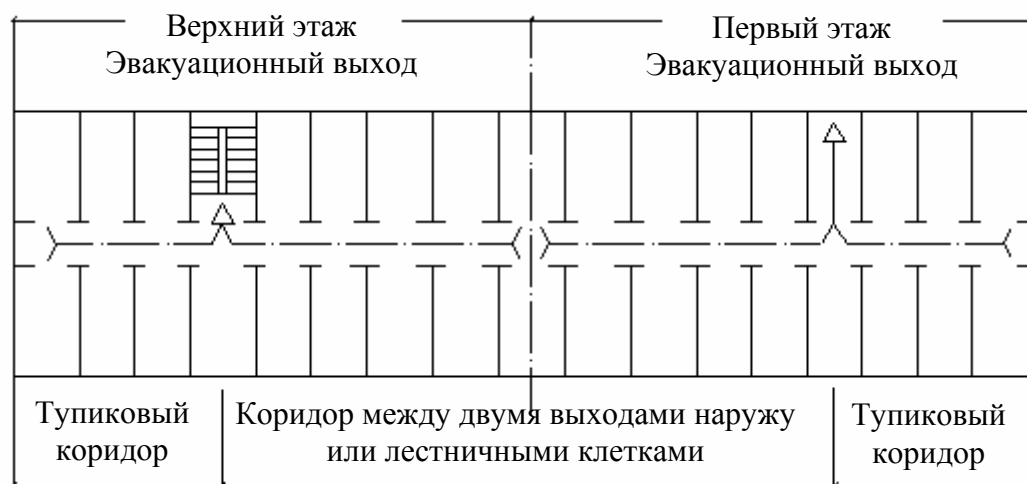


Рис. П4.1. Коридоры для эвакуации людей

5. В общественных зданиях и вспомогательных зданиях промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости необходимое время эвакуации людей по лестницам следует принимать:

5 мин – для зданий высотой до 5 этажей включительно;

10 мин – для зданий высотой свыше 5 до 9 этажей.

Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

Необходимое время эвакуации людей по незадымляемым лестничным клеткам (с входом через воздушную зону, с подпором воздуха или входом через тамбур-шлюз с подпором воздуха) не нормируется.

6. Необходимое время эвакуации людей из помещений производственных зданий I, II и III степеней огнестойкости принимается по табл. П4.2 в зависимости от категории производства по взрывной, взрыво- и пожарной опасности и объема помещений.

**Необходимое время эвакуации из помещений производственного назначения**

Категория производства	Необходимое время эвакуации, мин, при объеме помещения, тыс. м <sup>3</sup>				
	До 15	30	40	50	60 и более
А, Б, Е	0,5	0,75	1	1,5	1,75
В	1,25	2	2	2,5	3
Г, Д	Не ограничивается				

7. Для производственных зданий промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости с коридорами, служащими для эвакуации людей, необходимое время эвакуации людей от дверей наиболее удаленных помещений до выхода наружу или в ближайшую лестничную клетку принимается:

а) от помещений, расположенных между двумя лестничными клетками или наружными выходами:

1 мин – для зданий с категориями производств А, Б и Е;

2 мин – для зданий с категорией производств В;

3 мин – для зданий с категориями производств Г и Д;

б) от помещений с выходом в тупиковый коридор – 0,5 мин.

Для зданий IV степени огнестойкости указанное необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

8. Необходимое время эвакуации людей по лестницам из производственных зданий промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости следует принимать: 5 мин – для зданий высотой до 5 этажей включительно и 10 мин – для зданий с производствами категорий В, Г и Д высотой свыше 5 до 9 этажей.

Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

Необходимое время эвакуации людей по незадымляемым лестничным клеткам (с входом через воздушную зону, с подпором воздуха или входом через тамбур-шлюз с подпором воздуха) не нормируется.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4.2

### Рекомендации по корректировке требований нормативных документов в части проектирования эвакуационных выходов на примере СНиП 2.08.02–89\*

В таблицах П4.3–П4.6 приведены значения геометрических размеров эвакуационных путей и выходов с учетом значений необходимого времени эвакуации, с помощью которых они определялись. Курсивом и в примечаниях показала необходимая корректировка. При иных значения необходимого времени эвакуации требуется корректировка приведенных в нормах значений.

Таблица П4.3

Длина пути эвакуации в пределах помещения (табл. 8 СНиП 2.08.02–89\*)

Назначение залов	Степень огнестойкости здания	Расстояние, м, в залах объемом, тыс. м <sup>3</sup> / при значениях необходимого времени $t_{нб}$ не менее, мин		
		до 5	св. 5 до 10	св. 10
1. Залы ожиданий для посетителей, кассовые, выставочные, танцевальные, отдыха и т. п.	I, II	30/2,0	45/3,0	55/3,5
	III, IIIб, IV	20/1,5	30/2,0	–
	IIIа, IVа, V	15/1,0	–	–
2. Обеденные, читальные при площади каждого основного прохода из расчета не менее 0,2 м <sup>3</sup> на каждого эвакуирующегося по нему человека	I, II	65/2,0	–	–
	III, IIIб, IV	45/1,5	–	–
	IIIа, IVа, V	30/1,0	–	–
3. Торговые при площади основных эвакуационных проходов, % площади зала: не менее 25	I, II	50/1,5	65/2,0	80/2,5
	III, IIIб, IV	35/1,5	45/1,5	–
	IIIа, IVа, V	25/0,8	–	–
менее 25	I, II	25/1,5	30/2,0	35/2,5
	III, IIIб, IV	15/1,0	20/1,0	–
	IIIа, IVа, V	10/0,7	–	–

Таблица П4.4

Ширина эвакуационного выхода из помещений без мест для зрителей (табл. 10 СНиП 2.08.02–89\*)

Назначение залов	Степень огнестойкости здания	Число человек на 1 м ширины, мин, эвакуационного выхода (двери) в залах объемом, тыс. м <sup>3</sup> / при значениях необходимого времени $t_{нб}$ не менее, мин		
		до 5	Св. 5 до 10	св. 10
Торговые – при площади основных эвакуационных проходов 25 % более площади зала; обеденные и читальные – при плотности в каждом основном проходе не более 5 чел./м <sup>2</sup>	I, II	165/1,5	220/2,0	275/2,5
	III, IIIб, IV	115/1,0	155/1,5	–
	IIIа, IVа, V	80/0,8	–	–
Торговые – при площади основных эвакуационных проходов менее 25 % площади зала, прочие залы	I, II	75/1,5	100/2,0	125/2,5
	III, IIIб, IV	50/1,0	70/1,5	–
	IIIа, IVа, V	40/0,8	–	–

Длина пути эвакуации по коридору (табл. 9 СНиП 2.08.02–89\*)

Степень огнестойкости здания	Расстояние, м, при плотности людского потока при эвакуации*, чел./м <sup>2</sup>				
	до 2	св. 2 до 3	св. 3 до 4	св. 4 до 5	св. 5
А. Из помещений, расположенных между лестничными клетками или наружными выходами					
I–III	60	50	40	35	20
IIIб, IV	40	35	30	25	15
IIIа, IVа, V	30	25	20	15	10
Б. Из помещений с выходами в тупиковый коридор или холл					
I–III	30	25	20	15	10
IIIб, IV	20	15	15	10	7
IIIа, IVа, V	15	10	10	5	5

\*Примечание. Расстояние по путям эвакуации от дверей наиболее удаленных помещений общественных зданий до выхода наружу или на лестничную клетку определялись при значениях необходимого времени  $t_{нб}$  не менее: в зданиях степени огнестойкости I–III – 1,0 мин, IV – 0,8 мин, V – 0,5 мин при размещении помещений между двумя выходами в лестничные клетки или наружу; и в два раза меньшем при выходе из помещений в тупиковый коридор.

Ширина выхода из коридора / ширина марша лестницы  
(по п. 1.105 СНиП 2.08.02–89\*)

Степень огнестойкости здания	Число человек на 1 м ширины эвакуационного выхода из коридора/марша лестницы
I, II	165 чел./мин
III, IV, IIIб	115 чел./мин
V, IIIа, IVа	80 чел./мин

Как видно из приведенных норм проектирования размеров эвакуационных путей и выходов, они являются, можно сказать, «арифметизацией» данных приложения 1 СНиП II–2–80 применительно к конкретным условиям. Не указаны даже временные показатели пропускной способности 1 м ширины путей эвакуации и выходов, потому что они были приведены в разделе 2 «Необходимое время эвакуации» этого приложения. В ином случае (если время использования данного сечения пути неизвестно) такая форма представления нормы является, как известно, ошибочной.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4.3

### Данные о времени начала эвакуации людей в соответствии с Британским стандартом PD7974–9:2004

Таблица П4.7

Предполагаемое время начала эвакуации для разных сценариев эвакуации, мин [131]

Расчетная характеристика людей	Первый человек dtpre (1st percentile)	Распределение dtpre (99th per- centile)
<p>А: бодрствующий и знакомый с внутренней планировкой здания</p> <p>M1 B1 – B2 A1 – A2 M2 B1 – B2 A1 – A2 M3 B1 – B2 A1 – A3</p> <p>Для B3 добавляется 0,5 мин на поиск пути эвакуации M1 предполагает наличие системы голосового оповещения, если возможно присутствие людей, не знакомых с внутренней планировкой</p>	<p>0,5 1 &gt; 15</p>	<p>1,0 2 &gt; 15</p>
<p>Сi: спящий и знакомый с внутренней планировкой здания (например, в жилом доме)</p> <p>M2 B1 A1 M3 B1 A3</p> <p>Для остальных жильцов в соседних блоках/секциях – не менее 1 часа</p> <p>Сii: Жилые помещения с постоянно присутствующей администрацией (апартаменты, резиденции)</p> <p>M1 B2 A1 – A2 M2 B2 A1 – A2 M3 B2 A1 – A3</p> <p>Сiii: спящий и не знакомый с внутренней планировкой здания (гостиницы, пансионаты)</p> <p>M1 B2 A1 – A2 M2 B2 A1 – A2 M3 B2 A1 – A3</p> <p>Для B3 добавляется 1.0 на поиск пути M1 предполагает наличие системы голосового оповещения</p>	<p>5 10  10 15 &gt; 20  15 20 &gt; 20</p>	<p>5 &gt; 20  20 25 &gt; 20  15 20 &gt; 20</p>
<p>Д: медицинские учреждения</p> <p>Бодрствующий и не знакомый с внутренней планировкой здания (клиники, хирургия, стоматология)</p> <p>M1 B1 A1–A2 M2 B1 A1–A2 M3 B1 A1–A3</p> <p>Для B2 добавляется 0,5 мин на поиск пути Для B3 добавляется 1,0 мин на поиск пути M1 предполагает наличие системы голосового оповещения</p>	<p>0,5 1,0 &gt; 15</p>	<p>2 3 &gt; 15</p>

Расчетная характеристика людей	Первый человек dtpre (1rst percentie)	Распределение dtpre (99th per- centile)
Спящий и не знакомый с внутренней планировкой здания (госпиталь, приют, дом престарелых)		
M1 B2 A1–A2	5b	10b
M2 B2 A1–A2	10b	20b
M3 B2 A1–A3	> 10b	> 20b
Для B3 добавляется 1,0 на поиск пути M1 предполагает наличие системы голосового оповещения		
Е: транспорт (железная дорога, автобусная остановка или аэропорт)		
M1 B3 A1–A2	0,5	4
M2 B3 A1–A2	1,0	5
M3 B3 A1–A3	> 15	> 15
M1 и M2 предполагает наличие системы голосового оповещения		

*Примечание.* Существует недостаток данных о поведении людей при эвакуации. Следовательно, ограниченность базы данных должна быть учтена при проведении инженерных оценок поведения людей. В частности, база данных нуждается в уточнении за счет предоставления такой информации, как хронометраж эвакуации, видеозаписи эвакуации и данные мониторинга эвакуаций в зданиях различного назначения, включая спальные помещения.

Пояснения к табл. П4.7.

$a$  – общее время задержки начала эвакуации = dtpre (1rst percentile) + dtpre (99th percentile). Величины с высокой степенью неопределенности выделены курсивом;

$b$  – это время зависит от наличия достаточного штата служащих для организации эвакуации людей с нарушениями функций организма.

Уровни менеджмента M1–M3:

M1 – высоко подготовленный к действиям при пожаре персонал в требуемом количестве. Проводится независимый аудит пожарной безопасности;

M2 – высоко подготовленный к действиям при пожаре персонал в количестве меньшем, чем предполагается необходимым. Независимый аудит пожарной безопасности, как правило, проводится;

M3 – выполнение минимальных требований пожарной безопасности. Независимый аудит пожарной безопасности не проводится. При таком уровне менеджмента инженерную оценку пожарной безопасности объекта проводить нецелесообразно.

Характеристика здания В1–В3:

В1 (пример – небольшой магазин) – прямоугольное здание с несколькими внутренними помещениями. Выходы и пути движения к выходам находятся в пределах прямой видимости и ведут непосредственно наружу. Расстояния до выходов минимальны;

В2 (пример – офисное здание) – многоэтажное здание с несложной планировкой этажей. Внутренняя планировка в том числе эвакуационные пути и выходы отвечают требованиям норм;

В3 – (пример – крупный торговый комплекс) многоэтажное многофункциональное здание со сложной планировкой этажей. Предусмотрены помещения большой площади, вызывающие сложности в выборе маршрута эвакуации.

Система оповещения А1–А3:

А1 – автоматическая пожарная сигнализация активирует систему оповещения всех людей в здании;

А2 – автоматическая пожарная сигнализация активирует систему оповещения службы безопасности/администрации и затем (после принятия решения администрацией или по прошествии заданного интервала времени) происходит оповещение всех людей в здании. При включении ручного пожарного извещателя, включается система оповещения для группы помещений, в которых произошел пожар;

А3 – автоматическая пожарная сигнализация активирует систему оповещения о пожаре только для данной зоны оповещения. Включение системы оповещения всех людей в здании осуществляется вручную.