

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

И.В. ЕФРЕМОВ,
В.А. ГРУЗИНЦЕВА,
Е.А. КОЛОБОВА

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2006

УДК 355.58 (076.5)
ББК 68.90 Я 73
Е 92

Рецензент
кандидат технических наук, доцент Е.Л. Янчук.

Ефремов, И.В.
Е 92 **Расчет времени эвакуации: методические указания к дипломному проектированию /И.В. Ефремов, В.А. Грузинцева, Е.А. Колобова. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 30 с.**

Методические указания содержат порядок и последовательность определения времени эвакуации людей при возникновении чрезвычайной ситуации.

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей при выполнении ими раздела «Безопасность труда» в дипломных проектах и на практических занятиях.

ББК 68.90 Я 73

© Ефремов И.В.,
Грузинцева В.А.,
Колобова Е.А., 2006
© ГОУ ОГУ, 2006

Содержание

Введение.....	4
1 Расчет допустимой продолжительности эвакуации при пожаре.....	10
2 Расчет времени эвакуации.....	14
3 Вопросы для самоконтроля.....	18
4 Порядок проведения расчета.....	18
5 Пример расчета.....	18
6 Задание к расчету.....	22
Список использованных источников.....	23
Приложение А.....	24
Приложение Б.....	25
Приложение В.....	26
Приложение Г.....	27
Приложение Д.....	28
Приложение Е.....	29
Приложение Ж.....	30

Введение

Одним из основных способов защиты от поражающих факторов в чрезвычайной ситуации (ЧС) является своевременная эвакуация и рассредоточение персонала объектов и населения из опасных районов и зон бедствий.

Эвакуация – комплекс мероприятий по организованному выводу или вывозу персонала объектов из зон ЧС или вероятностей ЧС, а также жизнеобеспечение эвакуированных в районе размещения.

При проектировании зданий и сооружений одной из задач является создание наиболее благоприятных условий для движения человека при возможной ЧС и обеспечение его безопасности. Вынужденное движение связано с необходимостью покинуть помещение или здание из-за возникшей опасности (пожар, авария и т. п.). Профессором В.М. Предтеченским впервые рассмотрены основы теории движения людей как важного функционального процесса, свойственного зданиям различного назначения.

Практика показывает, что вынужденное движение имеет свои специфические особенности, которые необходимо учитывать для сохранения здоровья и жизни людей. Установлено, что в США ежегодно на пожарах погибает около 11000 человек. Наиболее крупные катастрофы с человеческими жертвами произошли за последнее время именно в США. Статистика показывает, что наибольшее число жертв приходится на пожары в зданиях с массовым пребыванием людей. Число жертв на некоторых пожарах в театрах, универмагах и других общественных зданиях достигло несколько сотен человек.

Основная особенность вынужденной эвакуации заключается в том, что при возникновении пожара, уже в самой его начальной стадии, человеку угрожает опасность в результате того, что пожар сопровождается выделением тепла, продуктов полного и неполного сгорания, токсических веществ, обрушением конструкций, что так или иначе угрожает здоровью или даже жизни человека. Поэтому при проектировании зданий принимаются меры, чтобы процесс эвакуации мог бы завершиться в необходимое время.

Следующая особенность заключается в том, что процесс движения людей в силу угрожающей им опасности инстинктивно начинается одновременно в одном направлении в сторону выходов, при известном проявлении физических усилий у части эвакуирующихся. Это приводит к тому, что проходы быстро заполняются людьми при определенной плотности людских потоков. С увеличением плотности потоков скорости движения снижаются, что создает вполне определенный ритм и объективность процесса движения. Если при нормальном движении процесс эвакуации носит произвольный характер (человек волен двигаться с любой скоростью и в любом направлении), то при вынужденной эвакуации это становится невозможным.

Показателем эффективности процесса вынужденной эвакуации является время, в течение которого люди могут при необходимости покинуть отдельные помещения и здание в целом.

Безопасность вынужденной эвакуации достигается в случае, если продолжительность эвакуации людей из отдельных помещений или зданий в целом будет меньше продолжительности пожара, по истечении которой возникают опасные для человека воздействия.

Кратковременность процесса эвакуации достигается конструктивно-планировочными и организационными решениями, которые нормируются соответствующими СНиПами.

Ввиду того, что при вынужденной эвакуации не каждая дверь, лестница или проем могут обеспечить кратковременную и безопасную эвакуацию (тупиковый коридор, дверь в соседнее помещение без выхода, оконный проем и др.), нормы проектирования оговаривают понятия «эвакуационный выход» и «эвакуационный путь».

Согласно нормам (СНиП 21-01-97, п. 4.1) **эвакуационными выходами** считаются дверные проемы, если они ведут из помещений непосредственно наружу; в лестничную клетку с выходом наружу непосредственно или через вестибюль; в проход или коридор с непосредственным выходом наружу или в лестничную клетку; в соседние помещения того же этажа, обладающие огнестойкостью не ниже III степени, не содержащие производств, относящихся по пожарной опасности к категориям А, Б и В, и имеющие непосредственный выход наружу или в лестничную клетку (см. приложение А) [2].

Все проемы, в том числе и дверные, не обладающие указанными выше признаками, не считаются эвакуационными и в расчет не принимаются.

К **эвакуационным путям** относят такие, которые ведут к эвакуационному выходу и обеспечивают безопасное движение в течение определенного времени. Наиболее распространенными путями эвакуации являются проходы, коридоры, фойе и лестницы. Пути сообщения, связанные с механическим приводом (лифты, эскалаторы), не относятся к путям эвакуации, так как всякий механический привод связан с источниками энергии, которые могут при пожаре или аварии выйти из строя.

Запасными выходами называют такие, которые не используются при нормальном движении, но могут быть использованы в случае необходимости при вынужденной эвакуации. Установлено, что люди обычно пользуются при вынужденной эвакуации входами, которые ими использовались при нормальном движении. Поэтому в помещениях с массовым пребыванием людей запасные выходы в расчет эвакуации не принимаются [1].

Основными параметрами, характеризующими процесс эвакуации из зданий и сооружений, являются:

- плотность людского потока [D];
- скорость движения людского потока [v];
- пропускная способность пути [Q];
- интенсивность движения [q];
- длина эвакуационных путей, как горизонтальных, так и наклонных [L];

- ширина эвакуационных путей [b].

Плотность людских потоков. Плотность людских потоков можно измерять в различных единицах. Так, например, для определения длины шага человека и скорости его движения удобно знать среднюю длину участка эвакуационного пути, приходящуюся на одного человека. Длина шага человека принимается равной длине участка пути, приходящейся на человека, за вычетом длины ступни (рисунок 1).

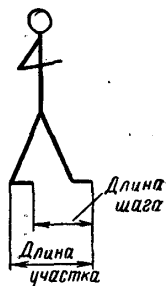


Рисунок 1 – Схема к определению длины шага и линейной плотности

Плотность, измеряемую длиной пути на одного человека, принято называть линейной и измерять в м/чел. Обозначим линейную плотность D_l . В производственных зданиях или помещениях с небольшой заселенностью плотность может быть более 1 м/чел.

Более наглядной единицей измерения плотности людских потоков является плотность, отнесенная к единице площади эвакуационного пути и выражаемая в чел/м². Эта плотность называется *абсолютной* и получается путем деления количества людей на площадь занятого ими эвакуационного пути и обозначается D_F . Пользуясь этой единицей измерения, удобно определять пропускную способность эвакуационных путей и выходов. Эта плотность может колебаться от 1 до 10-12 чел/м² для взрослых людей и до 20-25 чел/м² для школьников.

По предложению кандидата технических наук А. И. Милинского, плотность потоков измеряют как отношение части площади проходов, занятой людьми, к общей площади проходов. Эта величина характеризует степень заполнения эвакуационных путей эвакуирующимися. Часть площади проходов, занятую людьми, определяют как сумму площадей горизонтальных проекций каждого человека (приложение Е, таблица Е.1). Площадь горизонтальной проекции одного человека зависит от возраста, характера, одежды и колеблется в пределах от 0,04 до 0,126 м². В каждом отдельном случае площадь проекции одного человека может быть определена, как площадь эллипса

$$f = \pi \frac{ac}{4}, \quad (1)$$

где a – ширина человека, м;
 c – его толщина, м.

Ширина взрослого человека в плечах колеблется от 0,4 до 0,8 м, а толщина - от 0,3 до 0,5 м. Имея в виду различный рост людей и некоторую сжимаемость потока за счет одежды, плотность может в отдельных случаях превышать 1 м²/м². Эту плотность назовем *относительной*, или безразмерной, и обозначим D_o .

В связи с тем, что в потоке встречаются люди различного возраста, пола и различной конфигурации, данные о плотности потоков представляют в известной степени усредненные значения.

Для расчетов вынужденной эвакуации вводится понятие *расчетной* плотности людских потоков. Под расчетной плотностью людских потоков подразумевается наибольшее значение плотности, возможное при движении на каком-либо участке эвакуационного пути. Максимально возможное значение плотности называется предельным. Под предельным подразумевают такое значение плотности, при превышении которого вызывается механическое повреждение человеческого тела или асфиксия.

При необходимости можно от одной размерности плотности перейти к другой. При этом можно пользоваться следующими соотношениями

$$D_o = \frac{f}{D_l a} \quad (2)$$

и

$$D_F = \frac{D_o}{f}, \quad (3)$$

где f – средний размер площади проекции одного человека, м²/чел;
 a – ширина человека, м.

При массовых людских потоках длина шага ограничивается и зависит от плотности потоков. Если принять среднюю длину шага взрослого человека равной 70 см, а длину ступни – равной 25 см, то линейная плотность, при которой возможно движение с указанной длиной шага, будет

$$D_l = 0,7 + 0,25 = 0,95.$$

Практически считают, что шаг длиной 0,7 м сохранится и при линейной плотности, равной 0,8. Это объясняется тем, что при массовых потоках человек продвигает ногу между впереди идущими, что и способствует сохранению длины шага.

Скорость движения. Обследования скоростей движения при предельных плотностях показали, что минимальные скорости на горизонтальных участках пути колеблются в пределах от 15 до 17 м/мин. Расчетная скорость движения, узаконенная нормами проектирования для помещений с массовым пребыванием людей, принимается равной 16 м/мин.

На участках эвакуационного пути или в зданиях, где заведомо плотности потоков при вынужденном движении будут меньше предельных значений, скорости движения будут соответственно больше. В этом случае при определении скорости вынужденного движения исходят из длины и частоты шага человека. Для практических расчетов можно скорость движения определять по формуле

$$v = n \cdot (D_l - 0,1), \quad (4)$$

где n – число шагов в мин, равное 100.

Скорость движения при предельных плотностях по лестнице вниз получена 10 м/мин, а по лестнице вверх – 8 м/мин.

Пропускная способность выходов. Под удельной пропускной способностью выходов подразумевают количество людей, проходящих через выход шириной в 1 м за 1 мин.

Наименьшее значение удельной пропускной способности, полученное опытным путем, при данной плотности именуется расчетной удельной пропускной способностью. Удельная пропускная способность выходов зависит от ширины выходов, плотностей людских потоков и отношения ширины людских потоков к ширине выхода.

Нормами установлена пропускная способность дверей шириной до 1,5 м, равная 50 чел/м·мин, а шириной более 1,5 м 60 чел/м·мин (для предельных плотностей).

Размеры эвакуационных выходов. Кроме размеров эвакуационных путей и выходов, нормы регламентируют их конструктивно-планировочные решения, обеспечивающие организованное и безопасное движение людей.

Пожарная опасность производственных процессов в промышленных зданиях характеризуется физико-химическими свойствами веществ, образующихся в производстве. Производства категорий А и Б, в которых обращаются жидкости и газы, представляют особую опасность при пожарах в силу возможности быстрого распространения горения и задымления зданий, поэтому протяженность путей для них является наименьшей. В производствах категории В, где обращаются твердые горючие вещества, скорость распространения горения меньше, срок эвакуации может быть несколько увеличен, а следовательно, и протяженность путей эвакуации будет больше, чем для производства категорий А и Б. В производствах категорий Г и Д, размещаемых в зданиях I и II степеней огнестойкости, протяженность путей эвакуации не ограничивается (для определения категории здания см. приложение А).

При нормировании исходили из того, что количество эвакуационных путей, выходов и их размеры должны одновременно удовлетворять четырем условиям:

1) наибольшее фактическое расстояние от возможного места пребывания человека по линии свободных проходов или от двери наиболее удаленного помещения l_{ϕ} до ближайшего эвакуационного выхода должно быть меньше или равно требуемому по нормам l_{mp}

$$l_{\phi} \leq l_{mp}; \quad (5)$$

2) суммарная ширина эвакуационных выходов и лестниц, предусмотренная проектом, δ_{ϕ} должна быть больше или равна требуемой по нормам δ_{mp}

$$\delta_{\phi} \geq \delta_{mp}; \quad (6)$$

3) количество эвакуационных выходов и лестниц по соображениям безопасности должно быть, как правило, не меньше двух;

4) ширина эвакуационных выходов и лестниц не должна быть меньше или больше значений, предусмотренных нормами [3].

Обычно в производственных зданиях протяженность путей эвакуации измеряют от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода. Чаще всего эти расстояния нормируют в пределах первого этапа эвакуации. При этом косвенно увеличивается общая продолжительность эвакуации людей из здания в целом. В многоэтажных зданиях протяженность путей эвакуации в помещениях будет меньше, чем в одноэтажных. Это совершенно правильное положение дано в нормах.

Степень огнестойкости здания также влияет на протяженность эвакуационных путей, так как она предопределяет скорость распространения горения по конструкциям. В зданиях I и II степеней огнестойкости протяженность путей эвакуации при прочих равных условиях будет больше, чем в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости.

Степень огнестойкости зданий определяется минимальными пределами огнестойкости строительных конструкций и максимальными пределами распространения огня по этим конструкциям, при определении степени огнестойкости необходимо воспользоваться приложением Б.

Протяженность путей эвакуации для общественных и жилых зданий предусматривается, как расстояние от дверей наиболее удаленного помещения до выхода наружу или в лестничную клетку с выходом наружу непосредственно или через вестибюль. Обычно при назначении величины предельного удаления учитываются назначение здания и степень огнестойкости. Согласно СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения», протяженность путей эвакуации до выхода в лестничную клетку незначительна и удовлетворяет требованиям безопасности.

1 Расчет допустимой продолжительности эвакуации при пожаре

При возникновении пожара опасность для человека составляют высокие температуры, снижение концентрации кислорода в воздухе помещений и возможность потери видимости вследствие задымления зданий.

Время достижения критических для человека температур и концентраций кислорода на пожаре именуется критической продолжительностью пожара и обозначается $\tau_{н.к.}$ [1].

Критическая продолжительность пожара зависит от многих переменных

$$\tau_{н.к.} = f(W_{ном}, c, t_{кр}, t_n, \varphi, Q, f, n, v), \quad (7)$$

где $W_{ном}$ – объем воздуха в рассматриваемом здании или помещении, м³;

c – удельная изобарная теплоемкость газа, кДж/кг·град;

$t_{кр}$ – критическая для человека температура, равная 70° С;

t_n – начальная температура воздуха, °С;

φ – коэффициент, характеризующий потери тепла на нагрев конструкций и окружающих предметов принимается в среднем равным 0,5;

Q – теплота сгорания веществ, кДж/кг, (приложение В);

f – площадь поверхности горения, м²;

n – весовая скорость горения, кг/м²·мин (приложение В);

v – линейная скорость распространения огня по поверхности горючих веществ, м/мин (приложение Г).

Для определения критической продолжительности пожара по температуре в производственных зданиях с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей можно воспользоваться формулой, полученной на основании уравнения теплового баланса

$$\tau_{н.к.} = \frac{W_{ном} \cdot c \cdot (t_{кр} - t_n)}{(1 - \varphi) \cdot Q \cdot f \cdot n}. \quad (8)$$

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. Если рассчитывать свободный объем невозможно, допускается принимать его равным 80 % геометрического объема.

Удельная теплоемкость сухого воздуха при атмосферном давлении 760 мм. рт. ст., согласно табличным данным [5] составляет 1005 кДж/кг·град при температуре от 0 до 60 °С и 1009 кДж/кг·град при температуре от 60 до 120 °С.

Применительно к производственным и гражданским зданиям с применением твердых горючих веществ критическая продолжительность пожара определяется по формуле

$$\tau_{n.к.} = \sqrt[3]{\frac{W_{ном} \cdot c \cdot (t_{кр} - t_n)}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot v^2}} \quad (9)$$

По снижению концентрации кислорода в воздухе помещения критическую продолжительность пожара определяют по формуле

$$\tau_{n.к.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{ном}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} v^2}} \quad (10)$$

где W_{O_2} – расход кислорода на сгорание 1 кг горючих веществ, м²/кг, согласно теоретическому расчету составляет 4,76xO₂ мин [5].

Линейная скорость распространения огня при пожарах, по данным ВНИИПО, составляет от 0,33 до 6,0 м/мин, более точные данные для разных материалов представлены в приложении Г.

Критические продолжительности пожара по потере видимости и по каждому из газообразных токсичных продуктов горения больше, чем вышеперечисленные предыдущие, поэтому в расчет не принимаются.

Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное

$$\tau'_{n.к.} = \min\{\tau_{n.к.}; \tau_{n.к.}^{O_2}\} \quad (11)$$

Допустимую продолжительность эвакуации определяют по формулам

$$\tau'_{доп.} = m \tau'_{n.к.}, \quad (12)$$

где $\tau'_{n.к.}$ и $\tau''_{n.к.}$ – соответственно допустимая продолжительность эвакуации и критическая продолжительность пожара при эвакуации, мин;

m – коэффициент безопасности, зависящий от степени противопожарной защиты здания, его назначения и свойств горючих веществ, образующихся в производстве или являющихся предметом обстановки помещений или их отделки.

Значение коэффициента m рекомендуется устанавливать в зависимости от степени надежности средств противопожарной защиты рассматриваемого здания [3].

Для зрелищных предприятий с колосниковой сценой, отделенной от зрительного зала противопожарной стеной и противопожарным занавесом, при огнезащитной обработке горючих веществ на сцене, наличии стационарных и автоматических средств тушения и средств оповещения о пожаре $m = 1,25$.

Для зрелищных предприятий при отсутствии колосниковой сцены (кинотеатры, цирки и т. п.) $m = 1,25$.

Для зрелищных предприятий с эстрадой для концертных представлений $m = 1,0$.

Для зрелищных предприятий с колосниковой сценой и при отсутствии противопожарного занавеса и автоматических средств тушения и оповещения о пожаре $m = 0,5$.

В производственных зданиях при наличии средств автоматического тушения и оповещения о пожаре $m = 2,0$.

В производственных зданиях при отсутствии средств автоматического тушения и оповещения о пожаре $m = 1,0$.

При размещении производственных и других процессов в зданиях III степени огнестойкости $m = 0,65 - 0,7$.

Критическая продолжительность пожара для здания в целом устанавливается в зависимости от времени проникновения продуктов горения и возможной потери видимости в коммуникационных помещениях, размещаемых до выхода из здания.

Опыты, проведенные по сжиганию древесины, показали, что время, по истечении которого возможна потеря видимости, зависит от объема помещений, весовой скорости горения веществ, скорости распространения пламени по поверхности веществ и полноты горения. В большинстве случаев существенная потеря видимости при сжигании твердых горючих веществ наступала после того, как в помещении возникали критические для человека температуры. Наибольшее количество дымообразующих веществ наступает в фазе тления, которая характерна для волокнистых материалов.

При горении волокнистых веществ во взрыхленном состоянии в течение 1-2 мин имеет место интенсивное горение с поверхности, после чего начинается тление с бурным дымообразованием. При горении твердых изделий на основе древесины дымообразование и распространение продуктов горения в смежные помещения наблюдаются через 5-6 мин.

Наблюдения показали, что в начале эвакуации решающим фактором для определения критической продолжительности пожара является воздействие тепла на организм человека или снижение концентрации кислорода. При этом учитывается, что даже незначительное задымление, при котором еще сохраняется удовлетворительная видимость, может оказать отрицательное психологическое воздействие на эвакуирующихся.

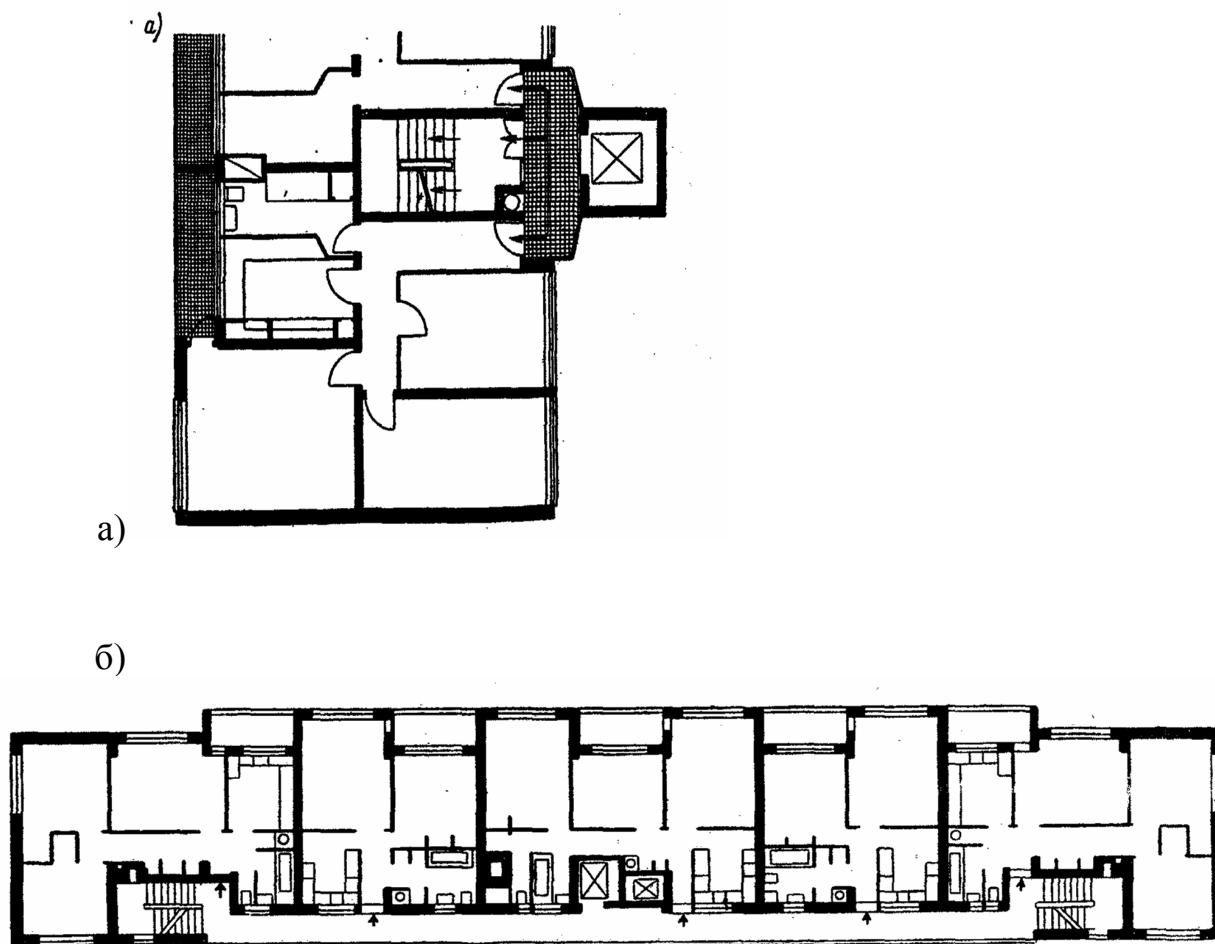
Оценивая в итоге критическую продолжительность пожара для эвакуации людей из здания в целом, можно установить следующее:

- при пожарах в гражданских и производственных зданиях, где основным горючим материалом являются целлюлозные материалы (в том числе древесина), критическая продолжительность пожара может быть принята равной 5-6 мин;
- при пожарах в зданиях, где обращаются волокнистые материалы во взрыхленном состоянии, а также горючие и легковоспламеняющиеся жидкости - от 1,5 до 2 мин.

Допустимую продолжительность эвакуации рекомендуется принимать соответственно 2,8 и 3 мин – в зданиях II степени огнестойкости; 1 мин – в зданиях IV и V степени огнестойкости.

В зданиях, в которых не может быть обеспечена эвакуация людей в течение указанного времени, должны приниматься меры по созданию незадымляемых эвакуационных путей.

В связи с проектированием зданий повышенной этажности стали широко применяться так называемые незадымляемые лестницы. В настоящее время существует несколько вариантов устройства незадымляемых лестниц. Наиболее популярным является вариант со входом в лестничную клетку через так называемую воздушную зону. В качестве воздушной зоны используются балконы, лоджии и галереи (рисунок 2, а, б).



- а – вход в лестничную клетку через балкон;
- б – вход в лестничную клетку через галерею.

Рисунок 2 – Незадымляемые лестницы

2 Расчет времени эвакуации

Продолжительность эвакуации людей до выхода наружу из здания определяют по протяженности путей эвакуации и пропускной способности дверей и лестниц. Расчет ведется для условий, что на путях эвакуации плотности потоков равномерны и достигают максимальных значений.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 (приложение 2, п.2.4), общее время эвакуации людей складывается из интервала «времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей», $t_{н.э.}$, и расчетного времени эвакуации, t_p , которое представляет собой сумму времени движения людского потока по отдельным участкам (t_i) его маршрута от места нахождения людей в момент начала эвакуации до эвакуационных выходов из помещения, с этажа, из здания.

Необходимость учета времени начала эвакуации впервые в нашей стране установлена ГОСТ 12.1.004-91 [6]. Исследования, проведенные в различных странах, показали, что при получении сигнала о пожаре, человек будет исследовать ситуацию, оповещать о пожаре, пытаться бороться с огнем, собирать вещи, оказывать помощь и т.п. 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, 25,6 мин в здании Всемирного Торгового Центра при пожаре в 1993 году [7].

Ввиду того, что продолжительность этого этапа, существенно влияет на общее время эвакуации, очень важно знать, какие факторы определяют его величину (следует иметь ввиду, что большинство этих факторов также будут влиять на протяжении всего процесса эвакуации). Опираясь на существующие работы в этой области, можно выделить следующие:

- состояние человека: устойчивые факторы (ограничение органов чувств, физические ограничения, временные факторы (сон/бодрствование), усталость, стресс, а также состояние опьянения);
- система оповещения;
- действия персонала;
- социальные и родственные связи человека;
- противопожарный тренинг и обучение;
- тип здания.

Время задержки начала эвакуации берется согласно приложению Д.

Расчетное время эвакуации людей (t_p) следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i

$$t_p = t_{н.э.} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i \quad (13)$$

где $t_{н.э.}$ - время задержки начала эвакуации;

t_1 - время движения людского потока на первом участке, мин;

t_2, t_3, \dots, t_i - время движения людского потока на каждом из следующих после первого участкам пути, мин.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной l_i и шириной b_i . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т. п.

При определении расчетного времени длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину l_i .

Время движения людского потока по первому участку пути (t_1), мин, вычисляют по формуле

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (14)$$

где l_1 - длина первого участка пути, м;

v_1 - значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется в зависимости от относительной плотности D , $\text{м}^2/\text{м}^2$.

Плотность людского потока (D_1) на первом участке пути, $\text{м}^2/\text{м}^2$, вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \quad (15)$$

где N_1 - число людей на первом участке, чел.;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая по таблице Е.1 приложения Е, $\text{м}^2/\text{чел}$;

l_1 и b_1 - длина и ширина первого участка пути, м.

Скорость v_i движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по таблице Е.2 приложения Е в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которое вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i}, \quad (16)$$

где b_i, b_{i-1} - ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м;

q_i, q_{i-1} - значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Если значение q_i , определяемое по формуле (16), меньше или равно значению q_{max} , то время движения по участку пути (t_i) в минуту

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (17)$$

при этом значения q_{max} , м/мин, следует принимать по таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Интенсивность движения людей

Вид пути	Интенсивность движения, м/мин
горизонтальный	16,5
дверной проем	19,6
лестница вниз	16
лестница вверх	11

Если значение q_i , определенное по формуле (16), больше q_{max} , то ширину b_i данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие

$$q_i \leq q_{max}. \quad (18)$$

При невозможности выполнения условия (18) интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути i определяют по таблице Е.2 приложения Е при значении $D = 0,9$ и более. При этом должно учитываться время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления.

При слиянии вначале участка i двух и более людских потоков (рисунок 3) интенсивность движения (q_i), м/мин, вычисляют по формуле

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i}, \quad (19)$$

где q_{i-1} - интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка i , м/мин;

b_{i-1} - ширина участков пути слияния, м;

b_i - ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение q_i , определенное по формуле (19), больше q_{max} , то ширину b_i данного участка пути следует увеличивать на такую величину, чтобы соблюдалось условие (18). В этом случае время движения по участку i определяется по формуле (17).

Интенсивность движения в дверном проеме шириной менее 1,6 м определяется по формуле

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b \quad (20)$$

где b – ширина проема.

Время движения через проем определяется как частное деления количества людей в потоке на пропускную способность проема

$$t_d = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} \quad (21)$$

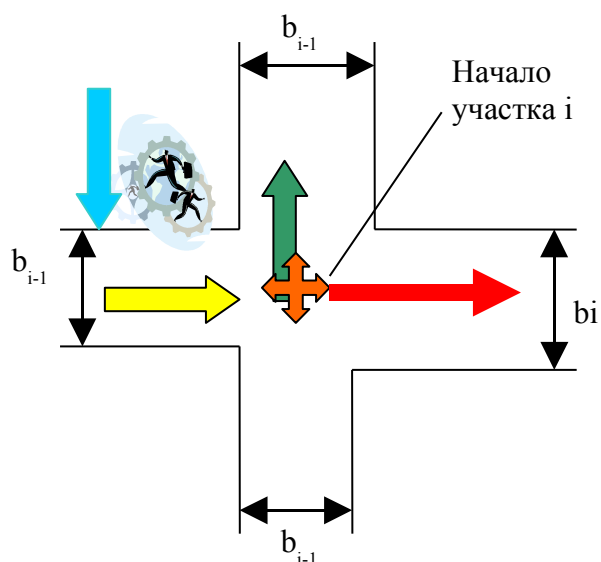


Рисунок 3 - Слияние людских потоков

3 Вопросы для самоконтроля

- 3.1 Дать определение эвакуации.
- 3.2 Особенности вынужденного движения людей.
- 3.3 Эвакуационные выходы и пути, их характеристика.
- 3.4 Понятия плотности и скорости людских потоков.
- 3.5 Размеры эвакуационных выходов и их пропускная способность.
- 3.6 От каких факторов зависит критическая продолжительность пожара?
- 3.7 Какое время входит в расчетное время эвакуации людей из зданий и сооружений?

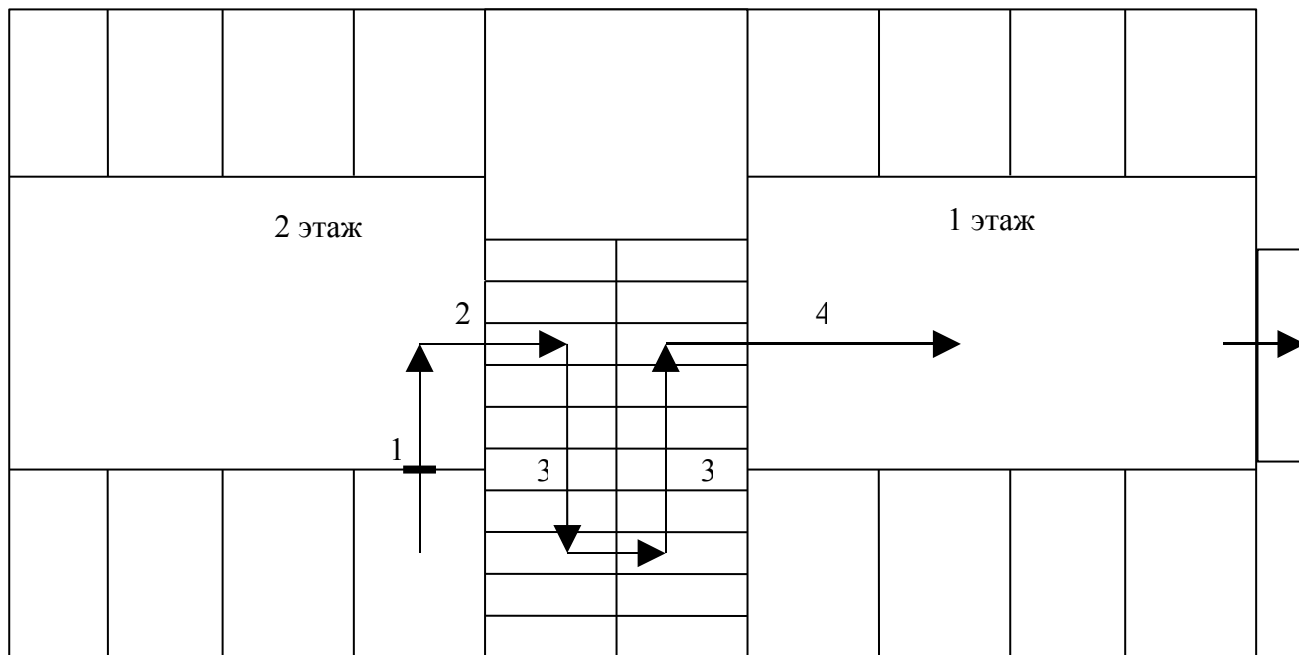
4 Порядок проведения расчета

- 4.1 Определить категорию и степень огнестойкости здания и помещения.
- 4.2 Рассчитать критическую продолжительность пожара по температуре по формулам (8) или (9).
- 4.3 Рассчитать критическую продолжительность пожара по снижению концентрации кислорода по формуле (10).
- 4.4 Выбрать из рассчитанных критических продолжительностей пожара минимальную и по ней рассчитать допустимую продолжительность эвакуации по формуле (12).
- 4.5 Определить расчетное время эвакуации людей при пожаре, воспользовавшись формулой (13).
- 4.6 Сравнить расчетное и допустимое время эвакуации, сделать выводы.

5 Пример расчета

Необходимо определить время эвакуации из кабинета сотрудников предприятия «Обус» при возникновении пожара в здании. Административное здание панельного типа, не оборудовано автоматической системой сигнализации и оповещения о пожаре. Здание двухэтажное, имеет размеры в плане 12х32 м, в его коридорах шириной 3 м имеются схемы эвакуации людей при пожаре. Кабинет объемом 126 м³ расположен на втором этаже в непосредственной близости от лестничной клетки, ведущей на первый этаж.

Лестничные клетки имеют ширину 1,5 м и длину 10 м. В кабинете работает 7 человек. Всего на этаже работают 98 человек. На первом этаже работает 76 человек. Схема эвакуации из здания представлена на рисунке 4.



1,2,3,4 – этапы эвакуации.

Рисунок 4 – Схема эвакуации сотрудников предприятия «Обус»

5.1 Расчет времени эвакуации

5.1.1 По категории помещение относится к группе Д и II степени огнестойкости.

5.1.2. Критическая продолжительность пожара по температуре рассчитывается по формуле (1.3) с учетом мебели в помещении

$$\tau_{н.к.} = \sqrt[3]{\frac{W_{ном} \cdot c \cdot (t_{кр} - t_n)}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot v^2}} = \sqrt[3]{\frac{100,8 \cdot 1009 \cdot (70 - 20)}{(1 - 0,5) \cdot 3,14 \cdot 13800 \cdot 14 \cdot (0,36)^2}} = \sqrt[3]{129,36} = 5,05 \text{ мин.}$$

5.1.3 Критическая продолжительность пожара по концентрации кислорода рассчитывается по формуле (10)

$$\tau_{n.k.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{ном}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} \nu^2}} = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 100,8}{3,14 \cdot 14 \cdot 4,76 \cdot (0,36)^2}} = \sqrt[3]{371,69} = 7,19 \text{ мин.}$$

5.1.4 Минимальная продолжительность пожара по температуре составляет 5,05 мин. Допустимая продолжительность эвакуации для данного помещения

$$\tau'_{доп.} = m \tau'_{n.k.} = 1 \cdot 5,05 = 5,05 \text{ мин.}$$

5.1.5 Время задержки начала эвакуации принимается 4,1 мин по таблице Д.1 приложения Д с учетом того, что здание не имеет автоматической системы сигнализации и оповещения о пожаре.

5.1.6 Для определения времени движения людей по первому участку, с учетом габаритных размеров кабинета 6х7 м, определяется плотность движения людского потока на первом участке по формуле (15)

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1} = \frac{7 \cdot 0,1}{6 \cdot 7} = 0,01 \text{ м}^2/\text{м}^2.$$

По таблице Е.2 приложения Е скорость движения составляет 100 м/мин, интенсивность движения 1 м/мин, т.о. время движения по первому участку

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{7}{100} = 0,07 \text{ мин.}$$

5.1.7 Длина дверного проема принимается равной нулю. Наибольшая возможная интенсивность движения в проеме в нормальных условиях $q_{max}=19,6$ м/мин, интенсивность движения в проеме шириной 1,1 м рассчитывается по формуле (20):

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,1 = 6,62 \text{ м/мин,}$$

$q_d < q_{max}$ поэтому движение через проем проходит беспрепятственно.

Время движения в проеме определяется по формуле (21)

$$t_{d1} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} = \frac{7 \cdot 0,1}{6,62 \cdot 1,1} = 0,09 \text{ мин.}$$

5.1.8. Так как на втором этаже работает 98 человек, плотность людского потока второго этажа составит

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot b_2} = \frac{98 \cdot 0,1}{28 \cdot 3} = 0,11 \text{ м}^2/\text{м}^2,$$

по таблице Е.2 приложения Е скорость движения составляет 80 м/мин, интенсивность движения 8 м/мин, т.о. время движения по второму участку (из коридора на лестницу)

$$t_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{28}{80} = 0,35 \text{ мин.}$$

5.1.9 Для определения скорости движения по лестнице рассчитывается интенсивность движения на третьем участке по формуле (16)

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} = \frac{8 \cdot 3}{1,5} = 16 \text{ м/мин, и это показывает, что на лестнице скорость}$$

людского потока снижается до 40 м/мин. Время движения по лестнице вниз (3-ий участок)

$$t_3 = \frac{l_3}{v_3} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ мин.}$$

5.1.10 При переходе на первый этаж происходит смешивание с потоком людей, двигающихся по первому этажу. Плотность людского потока для первого этажа

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f}{l_4 \cdot b_4} = \frac{76 \cdot 0,1}{28 \cdot 3} = 0,09 \text{ м}^2/\text{м}^2, \text{ при этом интенсивность движения составит}$$

около 8 м/мин.

5.1.11 При переходе на 4-ый участок происходит слияние людских потоков, поэтому интенсивность движения определяется по формуле (19)

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_i} = \frac{(16 \cdot 1,5) + (8 \cdot 3)}{3} = 16 \text{ м/мин.}$$

По таблице Е.2 приложения Е скорость движения равняется 40 м/мин, поэтому скорость движения по коридору первого этажа

$$t_4 = \frac{l_4}{v_4} = \frac{28}{40} = 0,7 \text{ мин.}$$

5.1.12 Тамбур при выходе на улицу имеет длину 5 метров, на этом участке образуется максимальная плотность людского потока, поэтому согласно данным приложения скорость падает до 15 м/мин, а время движения по тамбуру составит

$$t_5 = \frac{l_5}{v_5} = \frac{5}{15} = 0,3 \text{ мин.}$$

5.1.13 При максимальной плотности людского потока интенсивность движения через дверной проем на улицу шириной более 1,6 м – 8,5 м/мин, время движения через него

$$t_{d2} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b} = \frac{174 \cdot 0,1}{8,5 \cdot 2} = 1,02 \text{ мин.}$$

5.1.14 Расчетное время эвакуации рассчитывается по формуле (13)

$$t_P = t_{H.Э.} + t_1 + t_{d1} + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_{d2} = 4,1 + 0,07 + 0,09 + 0,35 + 0,25 + 0,7 + 0,3 + 1,02 = 6,88 \text{ мин.}$$

5.1.15 Таким образом, расчетное время эвакуации из кабинетов предприятия «Обус» больше допустимого. Поэтому здание, в котором располагается предприятие, необходимо оборудовать системой оповещения о пожаре, средствами автоматической сигнализации.

6 Задание к расчету

В трехэтажном административном здании панельного типа возник пожар. Об этом известила сирена пожарной сигнализации. На момент пожара в здании находилось 247 человек. Определить, за какое время эвакуировались 30 человек из конференц-зала, габаритные размеры которого $L \times B$ м, высота помещения 4 м, который находится на третьем этаже, если всего на этаже в это время было 100 человек. Двери конференц-зала выходят в коридор длиной l м и шириной b м. В конце коридора располагается лестница шириной 4 м, время движения по которой всех людей, находящихся на этаже было определено экспериментальным путем, и составляет 5 мин, при интенсивности движения людского потока 10 м/мин. На первом этаже здания, в фойе размером 10x7 м, происходит слияние людей первого этажа (в среднем 85 человек) и спускающихся по лестнице. Выход на улицу- через дверной проем 2,5 м.

Размеры зала и коридора в приложении Ж, таблица Ж.1 – Варианты к расчету.

Список использованных источников

- 1 Охрана труда в строительстве: учеб. для вузов/ Н.Д. Золотницкий [и др.]. – М.: Высшая школа, 1969. – 472 с.
- 2 Безопасность труда в строительстве (Инженерные расчеты по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»): учеб. пособие/ Д.В. Коптев [и др.]. – М.: Изд-во АСВ, 2003.- 352 с.
- 3 **Фетисов, П.А.** Справочник по пожарной безопасности. – М.: Энергоиздат, 1984. – 262 с.
- 4 Таблицы Физических величин: справочник/под ред. И.К. Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976. - 1008 с.
- 5 **Шрайбер, Г.** Огнетушащие средства. Физико-химические процессы при горении и тушении; пер. с нем. – М.: Стройиздат, 1975. – 240 с.
- 6 **ГОСТ 12.1.004-91.** ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 78 с.
- 7 **Дмитриченко, А.С** Новый подход к расчету вынужденной эвакуации людей при пожарах/ А.С. Дмитриченко, С.А. Соболевский, С.А. Татарников // Пожаровзрывобезопасность, №6. – 2002.- С.25-32.

Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 Пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не

	относятся к категориям А и Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Приложение Б

(справочное)

Таблица Б.1 – Степень огнестойкости для различных зданий

Степень огнестойкости	Конструктивные характеристики
I	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов
II	То же. В покрытиях зданий допускается применять незащищенные стальные конструкции
III	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона. Для перекрытий допускается использование деревянных конструкций, защищенных штукатуркой или трудногорючими листовыми, а также плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
IIIа	Здания преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса — из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции — из стальных профилированных листов или других негорючих листовых материалов с трудногорючим утеплителем
IIIб	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса - из цельной или клееной древесины, подвергнутой огнезащитной обработке, обеспечивающей требуемый предел распространения огня. Ограждающие конструкции — из панелей или поэлементной сборки, выполненные с применением древесины или материалов на ее основе. Древесина и другие горючие материалы ограждающих конструкций должны быть подвергнуты огнезащитной обработке или защищены от воздействия огня и высоких температур таким образом, чтобы обеспечить требуемый предел распространения огня
IV	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из цельной или

	клееной древесины и других горючих или трудногорючих материалов, защищенных от воздействия огня и высоких температур штукатуркой или другими листовыми или плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
IVa	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса — из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции — из стальных профилированных листов или других негорючих материалов с горючим утеплителем
V	Здания, к несущим и ограждающим конструкциям которых не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня

Приложение В

(справочное)

Таблица В.1 – Средняя скорость выгорания и теплота сгорания веществ и материалов

Вещества и материалы	Весовая скорость горения $\times 10^3$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{мин}^{-1}$	Теплота сгорания, $\text{кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$
Бензин	61,7	41870
Ацетон	44,0	28890
Диэтиловый спирт	60,0	33500
Бензол	73,3	38520
Дизельное топливо	42,0	48870
Керосин	48,3	43540
Мазут	34,7	39770
Нефть	28,3	41870
Этиловый спирт	33,0	27200
Турбинное масло (ТП-22)	30,0	41870
Изопропиловый спирт	31,3	30145
Изопентан	10,3	45220
Толуол	48,3	41030
Натрий металлический	17,5	10900
Древесина (бруски) 13,7 %	39,3	13800
Древесина (мебель в жилых и административных зданиях 8-10 %)	14,0	13800
Бумага разрыхленная	8,0	13400
Бумага (книги, журналы)	4,2	13400
Книги на деревянных стеллажах	16,7	13400
Киноплёнка триацетатная	9,0	18800
Карболитовые изделия	9,5	26900
Каучук СКС	13,0	43890
Каучук натуральный	19,0	44725
Органическое стекло	16,1	27670

Полистирол	14,4	39000
Резина	11,2	33520
Текстолит	6,7	20900
Пенополиуретан	2,8	24300
Волокно штапельное	6,7	13800
Волокно штапельное в кипах 40x40x40 см	22,5	13800
Полиэтилен	10,3	47140
Полипропилен	14,5	45670
Хлопок в тюках 190 кг х м ⁻³	2,4	16750
Хлопок разрыхленный	21,3	15700
Лен разрыхленный	21,3	15700
Хлопок+капрон (3:1)	12,5	16200

Приложение Г

(справочное)

Таблица Г.1 – Линейная скорость распространения пламени на поверхности материалов

Материал	Линейная скорость распространения пламени по поверхности, м·мин ⁻¹
Угары текстильного производства в разрыхленном состоянии	10
Древесина в штабелях при влажности:	
8—12 %	6,7
16—18 %	3,8
18—20 %	2,7
20—30 %	2,0
более 30 %	1,7
Древесина (мебель в административных и других зданиях)	0,36
Подвешенные ворсистые ткани	6,7-10
Текстильные изделия в закрытом складе при загрузке 100 кг/м ²	0,6
Бумага в рулонах в закрытом складе при загрузке 140 кг/м ²	0,5
Синтетический каучук в закрытом складе при загрузке свыше 230 кг/м ²	0,7
Деревянные покрытия цехов большой площади, деревянные стены, отделанные древесно-волокнистыми плитами	2,8-5,3

Печные ограждающие конструкции с утеплителем из заливочного ППУ	7,5-10
Соломенные и камышитовые изделия	6,7
Ткани (холст, байка, бязь):	
по горизонтали	1,3
в вертикальном направлении	30
Листовой ППУ	5,0
Резинотехнические изделия в штабелях	1,7-2
Синтетическое покрытие “Скортон” при T = 180°C	0,07
Торфоплиты в штабелях	1,7
Кабель АШв1х120; АПВГЭ3х35+1х25; АВВГ3х35+1х25:	0,3

Приложение Д

(справочное)

Таблица Д.1 - Время задержки начала эвакуации

Тип и характеристика здания	Время задержки начала эвакуации, мин, при типах систем оповещения			
	W1	W2	W3	W4
Административные, торговые и производственные здания (посетители находятся в бодрствующем состоянии, знакомы с планировкой здания и процедурой эвакуации)	не более 1	3	не менее 4	не более 4
Магазины, выставки, музеи, досуговые центры и другие здания массового назначения (посетители находятся в бодрствующем состоянии, но могут быть не знакомы с планировкой здания и процедурой эвакуации)	не более 2	3	не менее 6	не более 6
Общежития, интернаты (посетители могут находиться в состоянии сна, но знакомы с планировкой здания и процедурой эвакуации)	не более 2	4	не менее 5	не более 5
Отели и пансионаты (посетители могут находиться в состоянии сна, и быть не знакомыми с планировкой здания и процедурой эвакуации)	не более 2	4	не менее 6	не более 5
Госпитали, дома престарелых и другие тому подобные заведения (значительное	не более	5	не менее	не более

число посетителей может нуждаться в помощи)	3		8	8
<p>Примечание - Характеристика системы оповещения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - W1 – оповещение и управление эвакуацией оператором; - W2 – использование записанных заранее типовых фраз и информационных табло; - W3 – сирена пожарной сигнализации; - W4 – без оповещения 				

Приложение Е

(справочное)

Параметры движения людского потока

Таблица Е.1 - Площадь проекции человека

Характеристика движущегося человека	Значение, м ² /чел.
Взрослый человек в домашней одежде	0,1
Взрослый человек в зимней одежде	0,125
Взрослый с ребенком на руках	0,26
Взрослый с сумкой	0,16
Взрослый с чемоданом	0,35
Подросток	0,07

Таблица Е.2 - Зависимость скорости и интенсивности движения от плотности людского потока

Плотность потока D, м ² /м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	v, м/мин	q, м/мин	q, м/мин	v, м/мин	q, м/мин	v, м/мин	q, м/мин
0,01	100	1,0	1,0	100	1,0	60	0,6
0,05	90	5,0	5,0	100	5,0	60	3,0
0,1	80	8,0	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12,0	13,4	68	13,6	40	8,0
0,3	47	14,1	15,6	52	16,6	32	9,6
0,4	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4

0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,6	27	16,2	19,0	24	14,4	18	10,6
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	10	10,0
0,9 и более	15	13,5	8,5	10	7,2	8	9,9

Примечание - Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равное 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более

Приложение Ж

(обязательное)

Таблица Ж.1 – Варианты к расчету

№ варианта	L, длина зала, м	B, ширина зала, м	l, длина коридора, м	b, ширина коридора, м
1	31	21	35	4
2	23	13	49	5
3	36	26	36	4
4	33	23	45	5
5	25	15	50	4,5
6	35	25	49	5,5
7	20	10	50	4
8	28	18	44	5
9	38	28	45	5
10	30	20	31	3,5
11	24	14	46	5,5
12	37	27	37	4,5
13	34	24	48	5,5
14	21	11	32	4
15	32	22	47	5,5
16	26	16	42	5
17	20	10	33	4
18	29	19	43	5
19	22	12	38	4,5
20	27	17	30	3
21	21	10	40	3,5

22	24	12	42	3
23	34	11	46	4
24	30	14	44	3
25	22	11	46	3,5
26	28	12	43	4
27	25	13	45	4,5
28	23	11	47	4
29	36	15	41	3
30	20	10	50	4