

УДК 519.6 + 536.46 + 614.841

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

Полевода И.И., к.т.н., доцент, Макаров Е.К.* , д.ф.-м.н., профессор,
Деменчук А.К.* , к.ф.-м.н., Осяев В.А.
*Институт математики НАН Беларуси

The expert evaluation method for evacuation procedures based on time-rate of maximum allowable fire factors content is represented.

(Поступила в редакцию 30 марта 2008 г.)

Основной задачей при проектировании противопожарной защиты зданий является обеспечение безопасности людей при пожаре. Эвакуация людей должна быть завершена до достижения опасными факторами пожара своих критических значений [1]. Для проведения расчета необходимого времени эвакуации людей используется методика ГОСТ 12.1.004 [2], применение которой ограничено проемностью помещений более 5 [3].

Для повышения объективности расчетов и их адаптации для проектной деятельности авторами разработана методика, пригодная для проведения экспертных оценок и не требующая серьезных математических расчетов.

Необходимое время эвакуации, мин, определяется по формуле:

$$t_{\text{нб}} = \xi \cdot \tau_0 / 75, \quad (1)$$

где τ_0 – временной масштаб, с;
 ξ – корректирующий коэффициент.

Временной масштаб τ_0 определяется в зависимости от вида пожарной нагрузки и свободного объема помещения:

$$\tau_0 = K_0 \sqrt[3]{V_{\text{св}}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³;
 K_0 – коэффициент специфики пожарной нагрузки, с·м⁻¹, определяемый по таблице 3.

Корректирующий коэффициент ξ определяется по минимальному значению коэффициентов ξ_{T} и ξ_{K} , определяемых по таблицам 1, 2 в зависимости от фактора проемности (Π_0) и безразмерных параметров Θ_1 и Θ_2 соответственно.

В данной методике фактор проемности определяется по формуле:

$$\Pi_0 = F_c \tau_0 \sqrt{9,81 \cdot H_{\text{П}}} / V_{\text{св}}, \quad (3)$$

где $V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³;
 $H_{\text{П}}$ – приведенная высота проемов, м;
 F_c – суммарная площадь проемов, м²;
 τ_0 – временной масштаб, с.

Таблица 1

Θ_1	Коэффициент ξ_T в зависимости от фактора проемности Π_0										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,01	0,310	0,311	0,312	0,313	0,314	0,315	0,316	0,317	0,318	0,319	0,320
1,02	0,390	0,392	0,394	0,396	0,399	0,401	0,403	0,406	0,408	0,411	0,413
1,03	0,446	0,449	0,452	0,456	0,459	0,463	0,467	0,471	0,475	0,479	0,484
1,04	0,490	0,494	0,499	0,504	0,509	0,514	0,520	0,526	0,532	0,538	0,544
1,05	0,527	0,532	0,538	0,545	0,552	0,559	0,566	0,574	0,582	0,590	0,598
1,06	0,559	0,565	0,573	0,581	0,590	0,599	0,608	0,618	0,628	0,639	0,649
1,07	0,588	0,594	0,604	0,614	0,625	0,636	0,647	0,659	0,671	0,684	0,698
1,08	0,613	0,621	0,623	0,644	0,657	0,670	0,684	0,698	0,713	0,728	0,744
1,09	0,637	0,646	0,659	0,672	0,687	0,702	0,718	0,735	0,752	0,771	0,789
1,1	0,659	0,669	0,683	0,699	0,715	0,733	0,751	0,771	0,791	0,812	0,833
1,2	0,818	0,838	0,872	0,909	0,950	0,993	1,040	1,088	1,137	1,186	1,234
1,3	0,923	0,955	1,009	1,071	1,140	1,214	1,290	1,365	1,440	1,512	1,581
1,4	1,003	1,046	1,123	1,212	1,311	1,414	1,516	1,614	2,734	1,800	1,887
1,5	1,067	1,122	1,222	1,340	1,468	1,597	1,721	1,840	1,952	2,060	2,162
1,6	1,121	1,187	1,312	1,459	1,615	1,766	1,910	2,046	2,174	2,296	2,413
1,7	1,168	1,245	1,395	1,571	1,751	1,923	2,085	2,236	2,379	2,514	2,643
1,8	1,208	1,297	1,473	1,677	1,880	2,070	2,247	2,413	2,569	2,717	2,857
1,9	1,244	1,345	1,547	1,777	2,000	2,208	2,400	2,579	2,747	2,906	3,057
2,0	1,276	1,389	1,617	1,872	2,114	2,337	2,543	2,734	2,914	3,084	3,245

Примечание. Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией.

Таблица 2

Θ_2	Коэффициент ξ_K в зависимости от фактора проемности Π_0										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,01	0,311	0,312	0,313	0,315	0,317	0,319	0,322	0,324	0,327	0,330	0,333
0,02	0,393	0,394	0,398	0,403	0,408	0,414	0,420	0,427	0,434	0,442	0,451
0,03	0,450	0,453	0,460	0,468	0,477	0,487	0,499	0,512	0,526	0,542	0,559
0,04	0,497	0,501	0,511	0,523	0,537	0,553	0,571	0,592	0,616	0,643	0,671
0,05	0,536	0,542	0,555	0,572	0,591	0,615	0,642	0,673	0,709	0,747	0,787
0,06	0,570	0,578	0,595	0,617	0,644	0,675	0,713	0,756	0,804	0,853	0,901
0,07	0,602	0,611	0,633	0,660	0,695	0,736	0,786	0,842	0,890	0,957	1,010
0,08	0,630	0,642	0,668	0,702	0,745	0,799	0,861	0,928	0,994	1,056	1,114
0,09	0,656	0,671	0,702	0,743	0,796	0,862	0,937	1,013	1,085	1,151	1,213
0,1	0,681	0,698	0,734	0,784	0,848	0,927	1,012	1,095	1,172	1,243	1,309
0,2	0,875	0,925	1,041	1,211	1,392	1,551	1,692	1,822	1,943	2,057	2,165
0,3	1,023	0,925	1,375	1,659	1,898	2,109	2,301	2,478	2,644	2,800	2,948
0,4	1,153	1,337	1,375	2,095	2,396	2,664	2,909	3,135	3,346	3,545	3,734
0,5	1,276	1,581	2,120	2,552	2,924	3,256	3,557	3,836	4,096	4,341	4,573
0,6	1,401	1,878	2,541	3,070	3,524	3,928	4,295	4,634	4,950	5,247	5,528
0,7	1,534	2,242	3,056	3,707	4,264	4,757	5,204	5,616	6,001	6,362	6,704
0,8	1,690	2,734	3,774	4,594	5,292	5,909	6,468	6,983	7,462	7,913	8,339
0,9	1,904	3,618	5,060	6,180	7,128	7,964	8,721	9,418	10,067	10,676	11,252

Примечания.

1. Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией.
2. Если $\Theta_2 > 0,9$, то данный критерий не опасен.

Безразмерные параметры определяются по формулам:

$$\Theta_1 = 1 + 0,1136 / Z, \quad (4)$$

$$\Theta_2 = K_1 / Z, \quad (5)$$

где K_1 – коэффициент специфики пожарной нагрузки;

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения по методике [2].

Таблица 3

Вид пожарной нагрузки	$K_0, \text{с} \cdot \text{м}^{-1}$	K_1
Помещения общественного назначения с пожарной нагрузкой в виде:		
– мебель, бытовые изделия	19,8 ²	0,012
– 75% мебель, 25% ткани	16,9 ³	0,062
– 75% мебель, 25% бумага	10,9	0,064
– 80% мебель, 20% ковровое покрытие	9,5	0,048
– 90% мебель, 10% линолеум ПВХ	16,2	0,071
Библиотеки, архивы, помещения для хранения типографской продукции	22,1	0,071
Зальные помещения с местами для зрителей (50% ДВП, 10% ткани, искусственная кожа, ПВХ, ППУ, 20% древесина с покрытием) ⁴	10,2	0,022
Сценическая часть зрительного зала	8,8	0,059
Занавес зрительного зала кинотеатра	7,7	0,067
Выставочный зал (90% древесина, 9% ткани, 1% краска)	14,8	0,064
Гардероб (ворс, шерсть, нейлон)	4,4	0,044
Помещения, в которых расположены:		
– пищевые продукты (пшеница, рис, гречиха и мука из них)	37,7	0,004
– продукция легкой промышленности (75% хлопок, 25% капрон)	10,6	0,111
– продукция легкой промышленности на основе шерсти	8,1	0,032
– текстильные изделия	20,7	0,067
– упаковка в большом количестве (40% бумага, 30% картон, 15% полиэтилен, 15% полистирол)	15,4	0,033
– тара (50% древесина, 25% картон, 25% полистирол)	17,0	0,032
Вещества и материалы:		
– древесина	12,4	0,059
– панели ДВП	7,5	0,034
– клееные стройматериалы (фанера)	15,9	0,043
– поливинилхлорид	18,1	0,010

Примечания.

1. Мебель состоит на 90% из древесины и 10% из облицовок.

2. При V–VIII степени огнестойкости здания $K_0 = 5,6$.
3. При V–VIII степени огнестойкости здания $K_0 = 7,8$.
4. При наличии в зальном помещении полимерных сидений (кресел) и(или) элементов отделки следует дополнительно учитывать материал, из которого они выполнены.

Коэффициенты K_0 , K_1 определяются для базовых комбинаций пожарной нагрузки. Сравнительные расчеты по ГОСТ 12.1.004-91 и предлагаемой методике показывают, что при значении фактора проемности не более 5 результаты расчетов совпадают.

Вывод. Предлагаемая методика позволяет провести экспертную оценку необходимого времени эвакуации людей при пожаре и не имеет ограничений по проемности помещений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре: СНБ 2.02.02-01*: Введ. 01.07.02. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2002. – 28 с.
2. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.92. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 88 с.
3. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров. – М.: Акад. ГПС МВД России, 2000. – 118 с.