

**Скворцов Александр Николаевич**, к.т.н., доцент,  
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

**Мазяркин Михаил Вячеславович**, магистрант,  
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА  
ФАКТИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ОБЪЕКТОВ  
С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ, ОХВАЧЕННЫХ ПАНИКОЙ**  
**IMPROVING THE METHODOLOGY FOR CALCULATING  
THE ACTUAL TIME OF EVACUATION FROM PLACES WITH  
A LARGE NUMBER OF PEOPLE IN PANIC**

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы расчёта фактического времени эвакуации из объектов с массовым пребыванием людей. Было установлено, что при расчёте не учитывается паника, которая сильно замедляет эвакуацию людей. На основании изучения психологического состояния человека во время паники усовершенствована методика по определению фактического времени эвакуации.

**Abstract.** The paper discusses the calculation of the actual evacuation time from facilities with a large number of people. It was found that the calculation does not take into account panic, which greatly slows down the evacuation of people. Based on the study of a person's psychological state during panic, a method for determining the actual evacuation time has been improved.

**Ключевые слова:** Паника, эвакуация, объект с массовым пребыванием людей, пожар, страх.

**Keywords:** Panic, evacuation, crowded places, fire, fear.

Для исследования паники, как явления, нам необходимо изучить основы психологии человека. Начать, следует в первую очередь с того, что человек – существо социальное. Мы взаимодействуем с другими людьми. Мы живём и развиваемся в обществе, в то же время, обмениваясь с другими его членами вербальными и невербальными сообщениями, как информационного, так и эмоционального характера. В какой либо критической ситуации, обмен эмоциями в скоплениях людей может привести к циркулярной реакции, нарастающей в неорганизованных общностях и экстремальных ситуациях. Эмоциональное состояние человека нестабильно, в случае паники у человека проявляются примитивные потребности, связанные с физическим самосохранением. Скопление людей, охваченное ужасом, превращается в паническую толпу [3].

Используя логическую дефиницию, можем сказать, что паника – это состояние ужаса, сопровождающееся резким ослаблением волевого самоконтроля. Следствием оказывается либо ступор, либо дезорганизация планомерных действий. Сначала шокирующий стимул, очень сильный или повторяющийся, вызывает испуг сначала у одного или нескольких человек. Минимальный порог возбудимости в толпе обычно имеют женщины и дети [4], которые передают свои эмоции в виде страха всем остальным. Необходимо отметить, что наличие женщин и детей в толпе увеличивает стрессовое состояние благодаря голосовому диапазону. Крики, издаваемые ими, имеют высокий частотный диапазон, вызывая разрушительное влияние на психику. Далее происходит эмоциональная диффузия, переходящая от человека к человеку. Если вовремя не принять меры, то происходит окончательная деградация толпы с последующей потерей самоконтроля, которое оканчивается, как правило, паническим бегством, усугубляющим опасность [3]. После происходящего люди впадают в состояние



психологического момента и готовы следовать за первой реакцией, даже если она обращена к ещё более усугубляющему положению [5].

Анализируя вышеизложенное, можно заметить, что паника – это явление, которое сильно затрудняет и замедляет эвакуацию людей из здания.

Следовательно, рассчитывая фактическое время эвакуации из объекта с массовым пребыванием людей, необходимо учитывать их поведение во время паники.

Следует признать, изучение последствий массовой паники и разработка эвакуационных мероприятий, которые будут действительно эффективны – важная задача. Изучение механизма развития паники ввиду чрезвычайной значимости и социальной опасности массовой паники имеет огромное значение в настоящее время [6].

Проблемой распространения паники среди людей при эвакуации из здания во время пожара занимался С.В. Калачин. Он считал, что основным методом исследования в паники является моделирование, так как оно позволяет рассматривать различные сценарии развития какого-либо события при разных параметрах моделируемой системы. Он говорил, что восприимчивость к паническим ситуациям прежде всего зависит от вида темперамента человека. В нем проявляются чувствительность индивида к внешним воздействиям и эмоциональность его поведения [6,7,8]. С этой моделью можно согласиться, однако затруднительно внедрение её в Методику ввиду элементарного отсутствия знаний о количестве людей в потоке с тем или иным темпераментом. Следовательно, нам необходимо опираться на такие показатели, какие мы очевидно можем представить или даже с высокой доли вероятности предположить для эвакуирующихся потоков.

Для вводимых нами показателей необходимо рассмотреть влияющие на них факторы. Исходя из психологии толпы [3], можно сделать выводы, что на возникновение паники наибольшее влияние оказывают количество и контингент находящемся в потоке людей, а именно пол и возраст человека. Как сказано ранее, минимальный порог возбудимости в толпе обычно имеют женщины и дети, а мужчины более психологически устойчивы к внезапным опасным ситуациям. Данная тема уходит глубоко в физиологию человека. Учёные доказали, что вследствие различных устройств полуширней мужского и женского мозга, мужчина и женщина по-разному реагируют на чрезвычайную ситуацию. Клетки нейронов в мозговой ткани женского пола расположены теснее, что обеспечивает ускоренное прохождение сигнала между ними. Как следствие – минимальный порог возбудимости, о котором и упоминалось выше. Отсюда – разница в реакциях в различных ситуациях: мужчина отметит конкретику, детали происходящего, а женщина будет лучше помнить эмоции, которые у нее вызвала ситуация [9].

Затронутое выше нашло отражение в статье А. Ф. Чернавского «Психофизиологические предпосылки проявления страха» [10]. В ней рассматривался страх как эмоция, следствие влияния его на организм в зависимости от пола. На основе тест-опросника структуры психодинамического уровня интегральной индивидуальности А.И. Щебетенко [11] получена статистическая оценка различий страха в зависимости от пола испытуемых. Нам интересна глава «Непосредственное переживание эмоции страха», так как это состояние инициирует паническую реакцию.

Таблица 1.

Статистическая оценка различий страха в зависимости от пола испытуемых

Неосторожное переживание эмоции страха				
Параметры	Женщины	Мужчины	t-критерий	Уровень значимости
Природный	37,6	28,9	2,4	p<0,01
Бытовой	38,3	29,1	2,4	p<0,01



Экстремальный	42,9	31,2	2,6	$p<0,01$
Моральный	33,6	25,4	2,2	$p<0,05$
Деятельности	35,6	29,1	1,6	$p>0,1$
Жизнедеятельности	39,2	29,6	2,4	$p<0,01$
Суммарный по разделу	227,4	173,4	2,4	$p<0,01$

При этом  $t$ -критерий – критерий Стьюдента, статистический метод, который позволяет сравнивать средние значения двух выборок и на основе результатов теста делать заключение о том, различаются ли они друг от друга статистически или нет. Это оценка различий величин средних значений двух выборок, распределенные по нормальному закону. В этой таблице для нас актуальна строка экстремального страха. Наблюдаем, что различия между мужчиной и женщиной в данном случае наиболее существенны ( $t$ -критерий = 2,6).

Также в исследованиях А.И. Щебетенко [12, 11] определяются  $t$ -критерии относительно взрослых людей пожилых ( $t$ -критерий = 2,0) и детей ( $t$ -критерий = 3,55).

Таблица 2.

Корреляционный анализ взаимосвязей показателей страха мужского пола по А. И. Щебетенко

Непосредственное переживание эмоции страха (страх)			
Параметры	Показатели по опроснику		
	Сензитивность	Тревожность	Темп
Экстремальный	24	09	-15

Рассматривая данные показатели, можем привести единый численный параметр предрасположенности человека паническому состоянию через расчёт среднего арифметического значения показателей нервной системы. В данном случае для мужского пола данный безразмерный параметр будет составлять 6. Таким образом, зная  $t$  – критерии людей разного возраста, воспроизведём таблицу и обозначим данный параметр коэффициентом  $\theta$ .

Таблица 3.

Коэффициент  $\theta$ , параметр предрасположенности к паническому состоянию, зависящий от половозрастного состава

Половозрастной состав	Коэффициент $\theta$
Дети	10,85
Взрослые (жен)	8,6
Взрослые (муж)	6
Взрослые (разное соотношение)	7,3
Пожилые	9,3

Кроме предрасположенности к паническому состоянию на время задержки эвакуации также влияет латентное время двигательной реакции, запускающее состояние паники человека, которое также различно для половозрастных групп. Латентное время двигательной реакции (ЛВДР) (время или скорость сенсомоторной реакции, быстрота двигательной реакции) является, наряду со скоростью одиночного движения и частотой движений, одним из проявлений быстроты. Быстрота двигательной реакции оценивает лабильность нервно-



мышечной системы. Измеряется ЛВДР в миллисекундах как время от начала воздействия зрительного, звукового или тактильного раздражителя до начала мышечного ответа [13].

На основе медицинских данных получим таблицу.

Таблица 4

Латентное время двигательной реакции  $t_{\text{ЛВДР}}$ , зависящий от половозрастного состава

Половозрастной состав	$t_{\text{ЛВДР}}, \text{МСЕК}$
Дети	0,37
Взрослые (жен)	0,3
Взрослые (муж)	0,24
Взрослые (равное соотношение)	0,27
Пожилые	0,5

Время задержки эвакуации определим по каждому эвакуирующемуся потоку, так как в данном случае наиболее возможно предсказать количество, пол и возраст людей в данном потоке.

Таким образом, составим формулу

$$t_3 = t_p + \tau, \quad (1)$$

где:  $t_3$  – общее время эвакуации потока;

$\tau$  – время задержки эвакуации вследствие охватывания потока людей паникой;

$t_p$  – расчетное время эвакуации.

В свою очередь

$$\tau = \frac{N \cdot \theta \cdot t_{\text{ЛВДР}}}{60}, \text{ (мин).} \quad (2)$$

где:

$N$  – количество людей, находящихся в потоке;

$\theta$  – коэффициент, учитывающий предрасположенность к паническому состоянию на основе половозрастного состава людей, находящихся в потоке;

$t_{\text{ЛВДР}}$  – латентное время двигательной реакции людей, находящихся в потоке.

Используемая нами формула предполагает наихудший прогноз событий вследствие охватывания паникой всех людей в потоке.

Полученную формулу целесообразно внести в выражение, определяющее расчетное время эвакуации людей  $t_p$  [14]:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (3)$$

Подставляем значения формулы 2, получим выражение расчёта времени эвакуации с учётом времени задержки эвакуации вследствие охватывания потока людей паникой.

$$t_3 = \tau + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (4)$$

или

$$t_3 = \frac{N \cdot \theta \cdot t_{\text{ЛВДР}}}{60} + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (5)$$

где:  $\tau$  – время задержки эвакуации вследствие охватывания потока людей паникой (формула 2);

$t_1$  – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_2, t_3, t_i$  – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Используемая нами формула предполагает наихудший прогноз событий вследствие охватывания паникой всех людей в потоке.

### Заключение

1. В рамках исследования мы подробно изучили методику расчёта фактического времени эвакуации и пришли к выводу, что она имеет ряд замечаний, и самое существенное



## **РАЗДЕЛ: Инженерное дело, технологии и технические науки**

### **Направление: Технические науки**

при расчёте риска на объектах с массовым пребыванием людей – отсутствие показателя паники.

2. Было рассмотрено понятие «паника», разработана формула для расчёта фактического времени эвакуации с учётом паники людей.

3. Рекомендовано при расчёте пожарного риска на объектах с массовым пребыванием людей учитывать фактор паники.

#### *Список литературы:*

1. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима Российской Федерации» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL:

[https://storage.consultant.ru/ondb/attachments/202009/26/Postanovlenie\\_Prativstva\\_No1479\\_ot\\_16092020\\_LNx.pdf](https://storage.consultant.ru/ondb/attachments/202009/26/Postanovlenie_Prativstva_No1479_ot_16092020_LNx.pdf).

2. ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644>.

3. Назаретян А. П. Психология стихийного массового поведения. / А. П. Назаретян. Текст: электронный // Психология стихийного массового поведения/ А. П. Назаретян. – Москва: 2001. – URL: <https://training-center.bg/wp-content/uploads/2013/02/16-A.-P.-Nazaretyan-Psichologiya-na-stixiyinoto-masovo-povedenie.pdf>.

4. Малинина, И. Н. Психологическая помощь детям в чрезвычайных ситуациях / И. Н. Малинина. – Текст: непосредственный // Современная психология: материалы III Междунар. науч. конф. – Т. 0. – Казань: Бук, 2014. – С. 74-75. – Текст: электронный.

5. Ю.Ю. Кулинкович, О.В. Гуменюк. Факторы и механизмы массовой паники при чрезвычайных ситуациях. – СПб.: Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 261-267 с. – Текст: непосредственный.

6. Калачин, С. В. Нечеткое моделирование механизма передачи панического состояния среди людей с различными видами темперамента / С. В. Калачин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2021. – Т. 13.– № 5. – С. 1079-1092. – Текст: электронный.

7. Калачин, С. В. Нечеткое моделирование восприимчивости человека к паническим ситуациям / С. В. Калачин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2021. – Т. 13. – № 1. – С. 203-218. – Текст: электронный.

8. Калачин, С. В. Прогнозирование распространения паники среди людей при эвакуации из здания во время пожара / С. В. Калачин // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 10. – С. 77-82. – Текст: электронный.

9. Егорова, А. В. Паника. Основные факторы и способы предотвращения паники / А. В. Егорова // Психология, образование: актуальные и приоритетные направления исследований: материалы Международной студенческой научно- практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Х.И. Лейбовича – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – С. 236-240. – Текст: электронный.

10. Чернавский, А. Ф. Психофизиологические предпосылки проявления страха / А. Ф. Чернавский // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2007. – Т. 19. – № 45. – С. 442-448. – Текст: электронный.

11. Щебетенко, А.И. Два опросника структуры нейродинамического и психодинамического уровней интегральной индивидуальности человека (Тест-опросники типов нервной системы и темперамента) / Учебное пособие. – Пермь.: ПОИПКРО, 1994. – 220 с. – Текст: электронный.



**РАЗДЕЛ: Инженерное дело, технологии и технические науки**

**Направление: Технические науки**

- 
12. Щебетенко, А.И. Межуровневые структуры интегральной индивидуальности / А.И. Щебетенко. – М.: Смысл, 2007. – 240 с. – Текст: электронный.
13. Озеров В.П. Психомоторные способности человека. – Дубна: «Феникс+», 2002. – 320 с – Текст: электронный.
14. Гарант: справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации: сайт. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» – Москва, 2005. – URL: <http://base.garant.ru/12169057>. – Режим доступа: для своб. пользования. – Текст: электронный.

