

Обзорная статья

УДК 614.842; DOI: 10.61260/2307-7476-2024-3-54-64

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В УЧРЕЖДЕНИЯХ КЛУБНОГО ТИПА

✉ Джафарова Анастасия Алексеевна;

Матвеев Александр Владимирович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ nastyas300696@mail.ru

Аннотация. Представлен анализ исследований особенностей поведения людей во время пожара, включая процесс принятия решений и вытекающие из этого защитные действия. Посетители ночных клубов часто употребляют алкоголь, что влияет на способность принимать адекватные решения и эвакуироваться в случае пожара. Выявлено, что люди, находящиеся в состоянии алкогольного опьянения, сталкиваются с заметным изменением восприятия окружающей действительности. Для оценки времени эвакуации крайне важно учитывать особенности контингента ночных клубов. Учет данных факторов оказывает существенное влияние на обоснование организационно-проектных решений в области противопожарной защиты.

Ключевые слова: пожар, ночные клубы, алкоголь, принятие решений, эвакуация, опасные факторы пожара

Для цитирования: Джафарова А.А., Матвеев А.В. Исследование особенностей поведения людей при пожарах в учреждениях клубного типа // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2024. № 3 (51). С. 54–64. DOI: 10.61260/2307-7476-2024-3-54-64.

Review article

RESEARCH OF PEOPLE'S BEHAVIOUR PECULIARITIES IN CASE OF FIRES IN CLUB-TYPE INSTITUTIONS

✉ Dzhafarova Anastasia A.;

Matveev Alexander V.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ nastyas300696@mail.ru

Abstract. The analysis of research on the characteristics of human behavior during a fire, including the decision-making process and the resulting protective actions, is presented. Nightclub patrons often drink alcohol, which affects the ability to make adequate decisions and evacuate in the event of a fire. It has been revealed that people who are intoxicated face a noticeable change in their perception of the surrounding reality. To estimate the evacuation time, it is extremely important to take into account the characteristics of the nightclub contingent. Taking into account these factors has a significant impact on the justification of organizational and design decisions in the field of fire protection.

Keywords: fire, nightclubs, alcohol, decision making, evacuation, fire hazards

For citation: Dzhafarova A.A., Matveev A.V. Research of people's behaviour peculiarities in case of fires in club-type institutions // Prirodnye i tekhnogennyye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2024. № 3 (51). P. 54–64. DOI: 10.61260/2307-7476-2024-3-54-64.

Введение

Существует множество примеров пожаров с большим количеством погибших в ночных клубах, где люди употребляли алкоголь [1–3]. Для изучения влияния употребления алкоголя на эвакуацию требуется проведение множества экспериментов [4].

Поведение людей исследуется с момента возникновения пожара и включает в себя период непосредственно до начала эвакуации, а также период перемещения в безопасную зону. Период до начала эвакуации – это время между получением информации о появлении опасности пожара и принятием решения о том, как действовать в сложившейся ситуации. Данный период также включает в себя время, необходимое для выполнения таких действий, как сбор личных вещей, предупреждение других людей и выбор способа и направления эвакуации. В случае, если эвакуация невозможна, люди принимают решение, как обезопасить себя внутри здания, в котором произошёл пожар (укрыться, предпринять действия по предупреждению воздействия опасных факторов пожара (ОФП) и др.). Если есть возможность выхода из здания при пожаре, то процесс эвакуации может включать в себя действия по перемещению в безопасное место и оказание помощи другим людям. Несмотря на то, что данные действия логично рассматривать в виде их упорядоченной последовательности (рис. 1), следует отметить, что процесс принятия решения об эвакуации может быть циклическим, поскольку возможно получение новой информации, которая может изменить первоначальные решение.

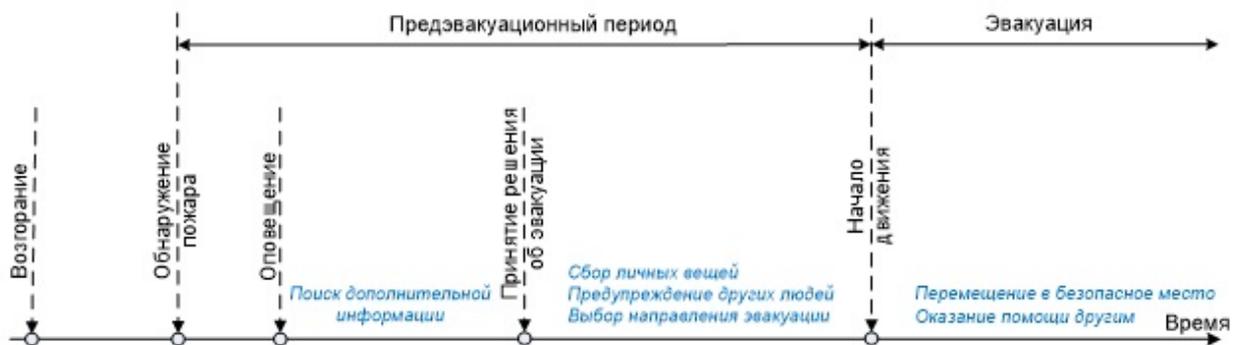


Рис. 1. Временные шаги при пожаре в здании

В зависимости от различных обстоятельств, таких как воздействие опасных факторов пожара (ОФП) на людей или действия других лиц, процесс принятия решений может занять значительное время, что, в свою очередь, увеличит общее время, необходимое для обеспечения безопасной эвакуации людей.

Модель принятия решений людьми при пожаре

При рассмотрении поведения людей в случае пожара часто предполагается, что находящиеся в здании немедленно отреагируют на первые сигналы о пожаре, используемые на практике модели предполагают время начала эвакуации, равное 1 мин [5]. Однако анализ результатов исследования поведения людей при реальных пожарах показывает, что во многих случаях это предположение неверно. Это может приводить к снижению адекватности моделей эвакуации и неточным результатам при расчете времени эвакуации на основе их использования. Учет времени задержки способен повысить адекватность моделей эвакуации и как результат адекватность принимаемых на их основе решений, направленных на обеспечение безопасности людей при пожарах.

Модель принятия решений о действиях в случае возможной опасности основана на множестве эмпирических исследований поведения людей при пожарах и других чрезвычайных ситуациях (ЧС) [6], обеспечивает основу для понимания процессов принятия решений, которые влияют на действия отдельных лиц в ответ на природные и техногенные катастрофы. В этой модели предполагается, что люди используют сигналы внешней среды для принятия решений о том, что делать в случае пожара в здании. Они обращают внимание на эти сигналы, пытаются их осознать, а затем оценивают угрозу и риск, чтобы решить,

какие действия предпринимать дальше. В зависимости от восприятия человеком степени угрозы, он может вернуться к деятельности, которую вел до получения сигнала о возможной угрозе, попытаться узнать дополнительную информацию, если начальной информации оказалось недостаточно для принятия решений, либо начать предпринимать действия для собственной защиты (например, эвакуации) или окружающих. Все эти аспекты отражены на рис. 2.



Рис. 2. Модель принятия решений людьми при пожаре

В условиях пожара или ЧС ситуация динамически меняется, процесс получения человеком новой информации происходит циклически.

Стоит отметить, что некоторые человеческие особенности (например, нарушение слуха) могут оказывать существенное влияние на процесс принятия решений, так как информация воспринимается иначе. На принятие решений могут оказывать влияние и когнитивные нарушения, которые, возможно, вызваны различными факторами, например, состоянием алкогольного опьянения, что особенно характерно для посетителей ночных клубов.

Первый этап модели принятия решений (рис. 2) представляет собой процесс получения сигналов или информации из внешней среды (как физической, так и социальной) во время пожара в здании. Эти сигналы оказывают влияние на действия, предпринимаемые посетителями в период подготовки к эвакуации, и на продолжительность процесса эвакуации. Сигналы, воспринимаемые людьми при пожаре, делятся на три группы:

- связанные с проявлением ОФП (тепловой поток, распространение дыма или пламени и др.);
- связанные с работой интегрированных систем в здании (система оповещения, отключение электроэнергии и т.п.);
- поступающие от окружающих людей (участие персонала заведения в организации процесса эвакуации, действия других людей и т.п.).

Обычно в месте возникновения пожара проявляются первые признаки ОФП (огонь, дым и др.), они также могут быть обнаружены в других частях здания при распространении. Для некоторых посетителей эти сигналы окажутся первым признаком наступающей угрозы, что приведет их к совершению каких-либо защитных действий, в том числе к началу эвакуации из здания и информированию других людей.

Многие посетители могут оказаться далеко от места возгорания и не сразу получить сигналы, связанные с появлением ОФП. В этом случае сигналы о потенциальной угрозе могут поступать от других источников. Например, они могут подаваться с помощью систем визуального или речевого оповещения в здании. Зона действия систем должна охватывать все помещения здания, обеспечивая оперативность предупреждения на любом расстоянии и в самых отдаленных участках. Возможности, тип, зона, интенсивность и надежность любой системы оповещения должны учитывать особенности посетителей заведения и их состояние. Важно учитывать, что некоторые из них могут испытывать стресс или паническое состояние в экстремальных ситуациях, что требует внедрения систем, минимизирующих эти эффекты [7, 8]. Необходимо также понимать, что люди, находящиеся вдали от места возникновения пожара, сигналы угрозы могут проигнорировать. Однако в любом случае ими будут приниматься решения о том, какие действия следует предпринять.

Кроме того, люди, находящиеся в здании, могут также подавать сигналы, пример – устные инструкции персонала. Эффективность этих сигналов зависит от особенностей и состояния посетителей. Некоторые могут легче поддаваться влиянию сигналов, в то время как другие, возможно, окажутся не столь восприимчивыми.

Важно отметить, что люди, находящиеся в состоянии алкогольного опьянения, сталкиваются с заметным изменением восприятия окружающей действительности. Алкоголь воздействует на нервную систему, вызывая притупление чувств и функцию когнитивной обработки информации. Это приводит к тому, что сигналы из внешней среды доходят до сознания в искажённом виде, что, в свою очередь, способно привести к решениям, отличным от решений других людей. Люди в алкогольном опьянении склонны переоценивать свои силы и недооценивать возможную опасность, что может привести к ошибочным суждениям и нежелательным последствиям.

Исследование влияния употребления алкоголя на принимаемые решения при пожаре

Исследование влияния употребления алкоголя на принимаемые решения при пожаре представляет собой актуальную и значимую область научного исследования, учитывая, что безопасность людей может зависеть от их способности быстро и правильно реагировать на угрозу в кризисных ситуациях. Очевидно, что алкоголь оказывает значительное воздействие на когнитивные функции и психомоторные навыки человека, что делает изучение его влияния в экстремальных условиях особенно важным.

Одним из основных аспектов исследования является оценка способности людей под воздействием алкоголя находить выходы из множества критических ситуаций, с которыми можно столкнуться в случае пожара. Например, способность определить источник опасности, грамотно оценить свое состояние и возможности при необходимости эвакуации.

Употребление алкоголя может способствовать возникновению панических реакций и нелогичных решений в толпе, что, в свою очередь, может усугубить ситуацию и существенно замедлить процесс эвакуации [9].

Существует ряд исследований, проведенных ранее учеными, направленных на изучение особенностей восприятия сигналов людьми, находящимися в состоянии алкогольного опьянения.

В исследовании [10] был проведен эксперимент по влиянию алкоголя на реакцию на сигналы пожарной тревоги у спящих молодых людей. Участниками этого исследования были 12 студентов мужского и женского пола в возрасте от 18 до 25 лет. Они были разделены на три группы в зависимости от концентрации алкоголя в крови (‰ в промилле): в первой группе концентрация алкоголя составляла 1, во второй – 1,5, третья группа была трезвой. Цель исследования состояла в определении минимальной громкости звука, необходимой для пробуждения участников от глубокого сна, когда они были либо трезвы, либо находились в состоянии алкогольного опьянения. Участникам исследования подавался сигнал оповещения, предупреждающий об опасности пожара, в разное время суток,

с интервалом от трех до семи дней. Оповещение проводилось во время глубокого сна, при этом уровень фонового шума составлял около 50 дБ. Каждый сигнал оповещения сначала устанавливался на уровне 35 дБ в течение 30 сек., а затем увеличивался с шагом в 5 дБ до достижения 95 дБ, после чего сигнал звучал в течение 3,5 мин. Результаты представлены в таблице.

Таблица

**Средний уровень шума сигнализации,
необходимый для пробуждения в зависимости от концентрации алкоголя в крови**

	Концентрация алкоголя в организме		
	0 ‰	1,0 ‰	1,5 ‰
Средний пороговый уровень бодрствования (дБ)	72,5	85	87,5

Результаты исследования показали, что по мере повышения уровня концентрации алкоголя в крови испытуемые с меньшей вероятностью пробуждались при срабатывании сигнала оповещения о пожаре, при этом в 36 % случаев при концентрации 1,0 ‰ не наблюдалось реакции даже при 95 дБ. Пол участника не был признан значимым фактором в этом исследовании.

Многие исследования показали, что алкогольная интоксикация является важнейшим фактором, приводящим к росту риска смертных случаев во время пожаров. В работе [11] проведен подробный анализ факторов, связанных с алкоголем и наркотиками, при травмах и смертельных случаях, случившихся в результате пожаров за десятилетний период в пожарно-спасательной службе Великобритании.

Исследования, проводимые в разных странах [12–19], показали, что около 20–25 % смертельных случаев при пожарах в зданиях связаны с употреблением алкоголя. В данных исследованиях подробно рассматривалась корреляция между употреблением алкоголя и возрастом, полом и другими факторами. Выводы, сделанные по результатам этих исследований, вполне логичны. Пожилые жертвы значительно реже употребляли алкоголь перед смертельными случаями. Люди в молодом или среднем возрасте, как правило, подвергались более высокому риску смерти от употребления алкоголя по сравнению с другими возрастными группами. Мужчины превосходили женщин по числу жертв, употребивших алкоголь, причем соотношение было примерно 2:1 или даже выше.

Исследования [20, 21] подтвердили полученные ранее результаты: люди под воздействием алкоголя имеют более высокий порог возбуждения.

Varillo D.J. и др. [22] сравнили данные о местонахождении погибших и концентрации алкоголя в крови. Ими было выявлено, что те, кто находился в состоянии сильного алкогольного опьянения, как правило, были найдены в кровати и не предпринимали попыток выхода из помещения, в котором появились ОФП. Люди с опьянением выше средней степени тяжести чаще всего были обнаружены между кроватью и выходом, а люди со средней степенью опьянения чаще были обнаружены вблизи выходов. Таким образом, воздействие алкоголя значительно ухудшает способность людей спастись от огня и дыма и является фактором, способствующим повышению смертности, связанной с воздействием ОФП.

В работах [23, 24] показано влияние уровня алкоголя в крови на работоспособность в обычных и критических ситуациях. Доказано, что уже при средней степени опьянения обнаруживается потеря критических суждений, нарушение восприятия, памяти, осмысления и снижение сенсорных реакций. К последствиям опьянения относятся дезориентация, спутанность сознания, головокружение, а также нарушения зрения и движения. При более высоких концентрациях воздействие алкоголя может варьироваться от нарушения сознания и сна до ступора, потери сознания и даже комы и, возможно, смерти. Поэтому неудивительно, что алкоголь может оказывать негативное влияние на способность людей адекватно принимать решения по эвакуации в случае пожара.

Поскольку и алкоголь, и угарный газ воздействуют на центральную нервную систему, их совместное воздействие может еще больше ухудшить способность человека принимать решения и спасаться при возникновении ЧС [25].

К сожалению, в научной литературе имеется очень мало исследований о влиянии алкоголя непосредственно на эвакуацию. Предыдущие исследования [26–28] показали, что скорость ходьбы людей, находящихся в состоянии алкогольного опьянения, несколько увеличивается в группах. Кроме того, было замечено, что уровень шума в группах, подверженных воздействию алкоголя, повышается, что отрицательно сказывается на способности воспринимать инструкции и сигналы об эвакуации.

В работах отечественных исследователей [29, 30] отмечено, что решению проблемы обеспечения безопасности людей при пожарах в ресторанах, кафе, барах и ночных клубах может способствовать комплекс мероприятий, в том числе разработка научно обоснованных специальных требований пожарной безопасности к объектам данной категории, учитывающим возможное поведение пьяных людей в ЧС.

В работе [31] изучалось влияние употребления алкоголя на реакцию и принятие решений на этапе экстренной эвакуации. Была определена эффективность различных методов оповещения об эвакуации. Исследование включало в себя проведение двух контрольных экспериментов с трезвыми участниками и двух дополнительных экспериментов, проведенных с участниками, находящимися в состоянии алкогольного опьянения. В этих испытаниях были использованы два метода оповещения: устное информирование и звуковая сигнализация. В режиме звукового оповещения в фоновом режиме воспроизводилась музыка, которая прерывалась звуковым сигналом тревоги. В режиме устного предупреждения участники прослушивали записанное сообщение в тишине. В ходе экспериментов проводилось наблюдение за уровнем концентрации внимания участников эксперимента и их поведением при эвакуации в ответ на различные сценарии предупреждения. Участники принимали участие в экспериментах как в трезвом состоянии, так и в состоянии алкогольного опьянения. Было измерено время реакции и принятия решения для этих экспериментальных условий. В ходе исследования была обнаружена разница во времени реакции и принятия решений, а также в уровнях шума при проведении экспериментов с трезвыми людьми и находящимися в состоянии алкогольного опьянения.

В помещениях, где употребляли алкогольные напитки, уровень шума был выше. Помощникам, стоявшим на путях эвакуации во время эксперимента, приходилось значительно повышать голос, чтобы привлечь внимание участников, употреблявших алкоголь, когда они давали инструкции по эвакуации.

Исследование [32] посвящено проведению натурных экспериментов с целью установления зависимостей движения людей по лестницам вверх и вниз, горизонтальному пути и через дверные проемы в ночных клубах. Полученные результаты показали существенную разницу в параметрах движения посетителей ночных клубов в сравнении с параметрами, используемыми в методиках, рекомендованных МЧС России для практического применения при моделировании эвакуации.

Выводы

Многочисленные исследования показали, что люди, находящиеся в состоянии алкогольного опьянения, могут не реагировать на сигналы о возможных угрозах или реагировать со сниженной способностью, что может оказать существенное влияние на принятие ими решений об эвакуации при пожаре или другой ЧС.

Понимание поведения человека, его особенностей при пожаре может оказать существенное влияние на обоснование организационно-проектных решений в области противопожарной защиты в нескольких направлениях. В частности, это может позволить учесть данные факторы при оценке времени эвакуации, за счет чего далее можно обосновать решения при проектировании зданий или по организации эвакуации [33]. Учет данных особенностей также может позволить обосновать требования к системе оповещения при пожаре и к разработке методов обучения посетителей заведений действиям при пожаре.

Таким образом, крайне важно учитывать особенности контингента учреждений клубного типа для расчета и оценки времени эвакуации. Исходя из результатов изученных экспериментов, и на основе анализа литературы было выявлено, что алкогольное опьянение в первую очередь влияет на время реакции. То есть, если время задержки у обычных людей, как правило, составляет 30 сек. [5], то у людей, которые находятся в состоянии алкогольного опьянения, оно в среднем будет на 30 сек. больше и распределено по нормальному закону [34].

Пожары в ночных клубах по всему миру унесли множество жизней. Люди в ночных клубах часто употребляют алкоголь или другие вещества, которые, как показывают многочисленные исследования, влияют на их способность эвакуироваться в случае пожара. Знания о воздействии алкоголя на эвакуирующихся чрезвычайно важны для разработки мер пожарной безопасности и обеспечения приемлемого уровня безопасности в ночных клубах.

Список источников

1. Machado R., Anderson M. Emergency situations in nightclubs: a discussion on how to improve the fire safety strategies through the use of evacuation modeling analysis // *Pedestrian and Evacuation Dynamics*. 2011. P. 851–854. DOI: 10.1007/978-1-4419-9725-8_87.
2. Задурова А.А., Матвеев А.В., Смирнов А.С. Анализ пожаров на объектах с массовым пребыванием людей на примере ночных клубов // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России»*. 2020. № 1. С. 20–28. EDN RHQLEI.
3. Kobayashi K. Fire Investigation Report of Club «Santika» in Bangkok // *Fire Science and Technology*. 2011. Vol. 30. № 2 (Special Issue). P. 45–54. DOI: 10.3210/fst.30.45.
4. Björkqvist M., Broholm A. Evacuation under the influence of alcohol: A laboratory experiment. 2017.
5. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС России от 14 нояб. 2022 г. № 1140. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Коткова Е.А. Модель нейронной сети для прогнозирования предэвакуационного поведения людей при пожаре // *Национальная безопасность и стратегическое планирование*. 2022. № 2 (38). С. 66–72. DOI: 10.37468/2307-1400-2022-2-66-72. EDN UBIKMZ.
7. Коткова Е.А., Матвеев А.В. Метод оценки эффективности организации эвакуации людей из общественного здания при пожаре с использованием агентно-ориентированного подхода // *Инженерный вестник Дона*. 2023. № 8 (104). С. 231–243. EDN LGEVSX.
8. Калачин С.В. Прогнозирование распространения паники среди людей при эвакуации из здания во время пожара // *Безопасность труда в промышленности*. 2020. № 10. С. 77–82. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-10-7782. EDN AXNAQH.
9. Коткова Е.А. Системно-динамическая модель распространения паники при эвакуации из общественных зданий // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России»*. 2022. № 1. С. 182–194. EDN TITMЕС.
10. Ball M., Bruck D. The effect of alcohol upon response to fire alarm signals in sleeping young adults. *Interscience Communications*, 2004.
11. An exploration of alcohol and drug related fire injuries / M. Taylor [et al.] // *International Journal of Emergency Services*. 2022. Vol. 11. № 2. P. 325–337. DOI: 10.1108/IJES-07-2021-0041.
12. Birky M.M., Clarke F.B. Inhalation of toxic products from fires // *Bulletin of the New York Academy of Medicine*. 1981. Vol. 57. № 10. P. 997.
13. Brennan P. Victims and survivors in fatal residential building fires // *Fire and materials*. 1999. Vol. 23. № 6. P. 305–310. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6%3C305::AID-FAM703%3E3.0.CO;2-B.
14. Chernichko L., Saunders L.D., Tough S. Unintentional house fire deaths in Alberta 1985–1990: a population study // *Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique*. 1993. Vol. 84. № 5. P. 317–320. PMID: 8269379.
15. Fatal residential fires: who dies and who survives? / S.W. Marshall [et al.] // *Jama*. 1998. Vol. 279. № 20. P. 1633–1637.

16. Sjögren H., Eriksson A., Ahlm K. Role of alcohol in unnatural deaths: a study of all deaths in Sweden // *Alcoholism: clinical and experimental research*. 2000. Vol. 24. № 7. P. 1050–1056. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2000.tb04649.x.
17. The epidemiology of fire-related deaths in Alabama, 1992-1997 / G. McGwin [et al.] // *The Journal of burn care & rehabilitation*. 2000. Vol. 21. № 1. P. 75–83. DOI: 10.1097/00004630-200021010-00016.
18. Holborn P.G., Nolan P.F., Golt J. An analysis of fatal unintentional dwelling fires investigated by London Fire Brigade between 1996 and 2000 // *Fire Safety Journal*. 2003. Vol. 38. Vol. 1. P. 1–42. DOI: 10.1016/S0379-7112(02)00049-8.
19. Büyük Y., Koçak U. Fire-related fatalities in Istanbul, Turkey: analysis of 320 forensic autopsy cases // *Journal of forensic and legal medicine*. 2009. Vol. 16. № 8. P. 449–454. DOI: 10.1016/j.jflm.2009.05.005.
20. Bruck D., Thomas I., Ball M. Waking effectiveness of alarms (auditory, visual and tactile) for the alcohol impaired. Fire Protection Research Foundation, 2007.
21. Bruck D., Ball M., Thomas I.R. Fire fatality and alcohol intake: analysis of key risk factors // *Journal of studies on alcohol and drugs*. 2011. Vol. 72. № 5. P. 731–736. DOI: 10.15288/jsad.2011.72.731.
22. Is ethanol the unknown toxin in smoke inhalation injury? / D.J. Barillo [et al.] // *The American Surgeon*. 1986. Vol. 52. № 12. P. 641–645. PMID: 3789542.
23. Levine B.S., Caplan Y.H. Principles of Forensic Toxicology, 2020. 287 p.
24. Molina D.K., Hargrove V. Handbook of forensic toxicology for medical examiners. CRC press, 2018. ISBN. 9781351260602. DOI: 10.4324/9781351260602.
25. Mitchell D.S., Packham S.C., Fitzgerald W.E. Effects of ethanol and carbon monoxide on two measures of behavioral incapacitation of rats // *Proceedings of the Western Pharmacology Society*. 1978. Vol. 21. P. 427–431.
26. Towards the prediction of evacuation behaviours for people with learning difficulties / T.J. Shields [et al.] // *Facilities*. 1999. Vol. 17. № 9/10. P. 336–344. DOI: 10.1108/02632779910278746.
27. Frantzich H. Occupant behaviour and response time: 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire. London: Interscience Communications Ltd, 2001. P. 159–165.
28. Brennan P. Impact of social interaction on time to begin evacuation in office building fires: implications for modelling behaviour // *Interflam'96. International Interflam Conference, 7th Proceedings*. London: Interscience Communications Ltd, 1996. P. 701–710.
29. Пузач С.В., Смагин А.В., Доан В.М. К вопросу обеспечения безопасности людей при возникновении пожаров в ресторанах, барах и ночных клубах // *Наркология*. 2009. Т. 8. № 10 (94). С. 93–96. EDN NTSNPL.
30. Пузач С.В., Смагин А.В., Доан В.М. Некоторые особенности обеспечения пожарной безопасности людей, находящихся в зданиях в состоянии алкогольного опьянения // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*. 2010. № 1. С. 52–57. EDN NTQJDT.
31. Society of Fire Protection Engineers. Occupant Behavior Concepts: Cues, Decisions and Actions // *SFPE Guide to Human Behavior in Fire*. 2019. P. 21–39. DOI: 10.1007/978-3-319-94697-9_4.
32. Парфененко А.П., Брюхов Е.Н., Кузнецов А.А. Проблемы моделирования эвакуации людей из ночных клубов // *Техносферная безопасность*. 2024. № 1 (42). С. 12–25. EDN DJVUXN.
33. Коткова Е.А., Матвеев А.В. Структурная схема системы интеллектуального управления эвакуацией // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России»*. 2024. № 2. С. 62–69. DOI: 10.61260/2218-130X-2024-2-62-69. EDN VINYXR.
34. Rask P.B., Dederichs A.S. Reaction and decision time of evacuees: A study regarding the influence of alcohol on the reaction and decision time // *Book of Abstracts: Nordic Fire & Safety Days 2017*. 2017. P. 14.

References

1. Machado R., Anderson M. Emergency situations in nightclubs: a discussion on how to improve the fire safety strategies through the use of evacuation modeling analysis // *Pedestrian and Evacuation Dynamics*. 2011. P. 851–854. DOI: 10.1007/978-1-4419-9725-8_87.

2. Zadurova A.A., Matveev A.V., Smirnov A.S. Analiz požarov na ob"ektah s massovym prebyvaniem lyudej na primere nochnyh klubov // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 1. S. 20–28. EDN RHQLEI.
3. Kobayashi K. Fire Investigation Report of Club «Santika» in Bangkok // Fire Science and Technology. 2011. Vol. 30. № 2 (Special Issue). P. 45–54. DOI: 10.3210/fst.30.45.
4. Björkqvist M., Broholm A. Evacuation under the influence of alcohol: A laboratory experiment. 2017.
5. Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin požarnogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i požarnyh otsekah razlichnyh klassov funkcional'noj požarnoj opasnosti: prikaz MCHS Rossii ot 14 noyab. 2022 g. № 1140. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. Kotkova E.A. Model' nejronnoj seti dlya prognozirovaniya predevakuacionnogo povedeniya lyudej pri požare // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2022. № 2 (38). S. 66–72. DOI: 10.37468/2307-1400-2022-2-66-72. EDN UBIKMZ.
7. Kotkova E.A., Matveev A.V. Metod ocenki effektivnosti organizacii evakuacii lyudej iz obshchestvennogo zdaniya pri požare s ispol'zovaniem agentno-orientirovannogo podhoda // Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 8 (104). S. 231–243. EDN LGEVSX.
8. Kalachin S.V. Prognozirovanie rasprostraneniya paniki sredi lyudej pri evakuacii iz zdaniya vo vremena požara // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2020. № 10. S. 77–82. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-10-7782. EDN AXNAQH.
9. Kotkova E.A. Sistemno-dinamicheskaya model' rasprostraneniya paniki pri evakuacii iz obshchestvennyh zdaniy // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2022. № 1. S. 182–194. EDN TITMEC.
10. Ball M., Bruck D. The effect of alcohol upon response to fire alarm signals in sleeping young adults. Interscience Communications, 2004.
11. An exploration of alcohol and drug related fire injuries / M. Taylor [et al.] // International Journal of Emergency Services. 2022. Vol. 11. № 2. P. 325–337. DOI: 10.1108/IJES-07-2021-0041.
12. Birky M.M., Clarke F.B. Inhalation of toxic products from fires // Bulletin of the New York Academy of Medicine. 1981. Vol. 57. № 10. P. 997.
13. Brennan P. Victims and survivors in fatal residential building fires // Fire and materials. 1999. Vol. 23. № 6. P. 305–310. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6%3C305::AID-FAM703%3E3.0.CO;2-B.
14. Chernichko L., Saunders L.D., Tough S. Unintentional house fire deaths in Alberta 1985–1990: a population study // Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique. 1993. Vol. 84. № 5. P. 317–320. PMID: 8269379.
15. Fatal residential fires: who dies and who survives? / S.W. Marshall [et al.] // Jama. 1998. Vol. 279. № 20. P. 1633–1637.
16. Sjögren H., Eriksson A., Ahlm K. Role of alcohol in unnatural deaths: a study of all deaths in Sweden // Alcoholism: clinical and experimental research. 2000. Vol. 24. № 7. P. 1050–1056. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2000.tb04649.x.
17. The epidemiology of fire-related deaths in Alabama, 1992-1997 / G. McGwin [et al.] // The Journal of burn care & rehabilitation. 2000. Vol. 21. № 1. P. 75–83. DOI: 10.1097/00004630-200021010-00016.
18. Holborn P.G., Nolan P.F., Golt J. An analysis of fatal unintentional dwelling fires investigated by London Fire Brigade between 1996 and 2000 // Fire Safety Journal. 2003. Vol. 38. Vol. 1. P. 1–42. DOI: 10.1016/S0379-7112(02)00049-8.
19. Büyük Y., Koçak U. Fire-related fatalities in Istanbul, Turkey: analysis of 320 forensic autopsy cases // Journal of forensic and legal medicine. 2009. Vol. 16. № 8. P. 449–454. DOI: 10.1016/j.jflm.2009.05.005.
20. Bruck D., Thomas I., Ball M. Waking effectiveness of alarms (auditory, visual and tactile) for the alcohol impaired. Fire Protection Research Foundation, 2007.
21. Bruck D., Ball M., Thomas I.R. Fire fatality and alcohol intake: analysis of key risk factors // Journal of studies on alcohol and drugs. 2011. Vol. 72. № 5. P. 731–736. DOI: 10.15288/jsad.2011.72.731.
22. Is ethanol the unknown toxin in smoke inhalation injury? / D.J. Barillo [et al.] // The American Surgeon. 1986. Vol. 52. № 12. P. 641–645. PMID: 3789542.

23. Levine B.S., Caplan Y.H. Principles of Forensic Toxicology, 2020. 287 p.
24. Molina D.K., Hargrove V. Handbook of forensic toxicology for medical examiners. CRC press, 2018. ISBN. 9781351260602. DOI: 10.4324/9781351260602.
25. Mitchell D.S., Packham S.C., Fitzgerald W.E. Effects of ethanol and carbon monoxide on two measures of behavioral incapacitation of rats // Proceedings of the Western Pharmacology Society. 1978. Vol. 21. P. 427–431.
26. Towards the prediction of evacuation behaviours for people with learning difficulties / T.J. Shields [et al.] // Facilities. 1999. Vol. 17. № 9/10. P. 336–344. DOI: 10.1108/02632779910278746.
27. Frantzich H. Occupant behaviour and response time: 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire. London: Interscience Communications Ltd, 2001. P. 159–165.
28. Brennan P. Impact of social interaction on time to begin evacuation in office building fires: implications for modelling behaviour // Interflam'96. International Interflam Conference, 7th Proceedings. London: Interscience Communications Ltd, 1996. P. 701–710.
29. Puzach S.V., Smagin A.V., Doan V.M. K voprosu obespecheniya bezopasnosti lyudej pri vzniknovenii pozharov v restoranah, barah i nochnyh klubah // Narkologiya. 2009. T. 8. № 10 (94). S. 93–96. EDN NTSNPL.
30. Puzach S.V., Smagin A.V., Doan V.M. Nekotorye osobennosti obespecheniya pozharnoj bezopasnosti lyudej, nahodyashchihся v zdaniyah v sostoyanii alkogol'nogo op'yaneniya // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya. 2010. № 1. S. 52–57. EDN NTQJDT.
31. Society of Fire Protection Engineers. Occupant Behavior Concepts: Cues, Decisions and Actions // SFPE Guide to Human Behavior in Fire. 2019. P. 21–39. DOI: 10.1007/978-3-319-94697-9_4.
32. Parfenenko A.P., Bryuhov E.N., Kuznecov A.A. Problemy modelirovaniya evakuacii lyudej iz nochnyh klubov // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2024. № 1 (42). S. 12–25. EDN DJVUXN.
33. Kotkova E.A., Matveev A.V. Strukturnaya skhema sistemy intellektual'nogo upravleniya evakuaciej // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2024. № 2. S. 62–69. DOI: 10.61260/2218-130X-2024-2-62-69. EDN VINYXR.
34. Rask P.B., Dederichs A.S. Reaction and decision time of evacuees: a study regarding the influence of alcohol on the reaction and decision time // Book of Abstracts: Nordic Fire & Safety Days 2017. 2017. P. 14.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 28.06.2024; одобрена после рецензирования: 30.08.2024; принята к публикации: 10.09.2024

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 28.06.2024; approved after review: 30.08.2024; accepted for publication: 10.09.2024

Информация об авторах:

Джафарова Анастасия Алексеевна, преподаватель кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: nastya300696@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7878-9193>, SPIN-код: 5307-6354

Матвеев Александр Владимирович, заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: fcvega_10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0778-3218>, SPIN-код: 5778-8832

Information about the authors:

Dzhafarova Anastasia A., lecturer of the department of applied mathematics and information technologies of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: nastya300696@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7878-9193>, SPIN: 5307-6354

Matveev Alexander V., head of the department of applied mathematics and information technologies of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: fcvega_10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0778-3218>, SPIN: 5778-8832