

УДК 614.8

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.33.26.001>

EDN: <https://elibrary.ru/iwcbwp>

ВРЕМЯ НАЧАЛА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ

ИЗ АКВАТЕРМАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СЛУЧАЕ ПОЖАРА

Александр Александрович Чернов, Дмитрий Александрович Самошин, Денис Геннадьевич Пронин, Владимир Анатольевич Кочетыгов

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», Москва, Россия.

Аннотация. Статья посвящена вопросам времени начала эвакуации людей из акватермальных комплексов, т. е. рассматривается поведение людей при получении сигнала о пожаре до начала движения людей к выходам. Этот этап характеризуется затратами времени на восприятие сигнала о пожаре, принятие решения о необходимости эвакуироваться и на выбор оптимальной тактики действий. Затраты времени на подготовку к эвакуации, например, в торговом зале магазина (где люди одеты и обуты) будут отличаться от затрат времени в акватермальном комплексе (где люди раздеты и разуты).

С целью определения фактических параметров времени начала эвакуации авторами статьи проведены два эксперимента в акватермальных комплексах г. Барнаула и г. Горно-Алтайска. Выполнена статистическая и теоретическая обработка данных и на их основе разработаны рекомендации для нормирования значений $t_{н.э.}$. Исследование позволило установить основные особенности, влияющие на затраты времени, необходимые людям, перед началом движения к выходам. Результаты позволили получить математическое описание процесса подготовки к эвакуации для повышения точности расчетных методик, направленных на оценку безопасности людей в случае пожара.

Ключевые слова: акватермальный комплекс, время начала эвакуации людей, эвакуация, пожар, общественные здания

Для цитирования: Время начала эвакуации людей из акватермальных комплексов в случае пожара / А.А. Чернов, Д.А. Самошин, Д.Г. Пронин, В.А. Кочетыгов // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 1 (23). С. 8–24. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.33.26.001. EDN IWCBWP.

START TIME OF EVACUATION OF PEOPLE FROM AQUATHERMAL COMPLEXES IN CASE OF FIRE

Alexander A. Chernov, Dmitry A. Samoshin, Denis G. Pronin, Vladimir A. Kochetygov

State Fire Academy (AGPS), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Moscow, Russia.

Abstract. The article is devoted to the issues of the start time of evacuation of people from aquathermal complexes, i.e. it considers the behaviour of people when receiving a fire signal before people start moving to the exits. This stage is characterized by the time spent on perceiving the fire alarm, deciding on the need to evacuate and choosing the optimal tactics of action. The time required to prepare for an evacuation, for example, in the sales area of a store (where people are dressed and shod) will differ from the time spent in an aquathermal complex (where people are undressed and barefoot).

The authors conducted two experiments in the aquathermal complexes of Barnaul and Gorno-Altaysk in order to determine the actual parameters of the start time of evacuation. There was performed statistical and theoretical data processing and recommendations were developed based on them for the normalization of $t_{н.э.}$ values. The study allowed us to identify the main features that affect the time required for people before starting to move to the exits. The results provided a mathematical description of the preparation process for evacuation to improve the accuracy of calculation methods aimed at assessing the safety of people in case of fire.

Keywords: aquathermal complex, start time of evacuation of people, evacuation, fire, public buildings

For citation: Chernov A.A., Samoshin D.A., Pronin D.G., Kochetygov V.A. Start time of evacuation of people from aquathermal complexes in case of fire. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 1, pp. 8-24. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.33.26.001. EDN IWCBWP.

Введение

По данным Всемирной Ассоциации Аквапарков (WWA) в мире насчитывается свыше 2000 аквапарков и аквадермальных комплексов [1]. В нашей стране всего несколько десятков лет назад такого типа развлекательных объектов не существовало. В настоящее же время в каждом крупном городе страны имеется один или несколько аквапарков и их строительство активно продолжается. Аквапарки следует классифицировать на сезонные, открытые возле водоемов и аквадермальные комплексы, расположенные в зданиях.

Статистика пожаров в нашей стране показывает, что в зданиях аквадермальных комплексов в период с 2010 по 2023 г. произошло более 20 пожаров [2].

Например, в результате пожара 28 марта 2011 г. в аквадермальном комплексе «Лимпопо» в г. Екатеринбурге было эвакуировано 518 человек, из которых 36 получили травмы различной степени тяжести [3].

30 января 2019 г. в аквадермальном комплексе «Мореон» в Москве из-за возникшего пожара была организована эвакуация 1500 человек, и 7 из них получили травмы [4].

Пожары в аквапарках не такое редкое явление и за рубежом. Например, в 2015 году в аквапарке г. Нью-Тайбэй Китайской Республики (Тайвань) в результате пожара погибли 15 человек, пострадали свыше 500 человек.

Современные аквапарки представляют собой места с массовым пребыванием людей различного возраста в весьма уязвимом состоянии – находящихся лишь в купальных костюмах и, как правило, без обуви. Более того, люди находятся в составе семейных и социальных групп, что усложнит (и удлинит) процесс подготовки к эвакуации. Дети и родители могут находиться на разных аттракционах и, как правило, члены семьи постараются воссоединиться перед эвакуацией.

Безусловно, безопасность посетителей аквапарков при пожаре должна быть обеспечена. В случае возникновения пожара, здание следует покинуть (эвакуироваться). Один из главных критериев для оценки эффективности эвакуации – время. Однако совершенно неизвестны затраты времени даже на самом первом ее этапе – затраты времени на подготовку к эвакуации.

Да, методика расчета пожарного риска [5] содержит формулы для расчета время начала эвакуации для помещений в аквадермальном комплексе. Однако есть все основания полагать, что в реальные цифры будут гораздо больше.

При возникновении пожара развлекающимся в аквадермальном комплексе людям надо:

- услышать (человек в это время может шумно спускаться с водной гор-

ки) и правильно идентифицировать сигнал тревоги, т. е. понять, что в здании произошел пожар;

- с сожалением принять решение о необходимости прекратить развлекаться (перепроверив информацию у дежурного персонала);
- обойти часть территории развлечений и отдыха, найти своих детей (родителей), друзей, и, весьма вероятно, собрать свои вещи;
- выбрать направление и маршрут движения (ориентируясь на указания персонала) и только затем приступить к эвакуации.

Более того, опубликованные базы данных зарубежных исследователей [6–9], основанные, в том числе, на исследованиях отечественных ученых, показывают, что время подготовки к эвакуации в общественных зданиях может достигать (а в отдельных случаях – превышать) 540 с.

В связи с вышеизложенным, есть все основания предполагать, что заложенные в нормах значения недостаточны. А какие значения достаточны? Ответа на этот вопрос нет, а алгоритмы расчета требуют точных данных в такой ответственной области, как безопасность людей. Так как исследований процесса эвакуации из акватормальных комплексов не проводилось, то нет и достоверных данных для выполнения точных оценок.

Восполнению этого пробела и посвящена настоящая статья.

1. Проблемы нормирования времени начала эвакуации

В начале 1980-х гг. «замеры времени начала эвакуации... осуществлены впервые в практике подобных исследований в нашей стране» С.А. Никоновым [10]. Это самое первое экспериментальное исследование сразу же показало, что время начала эвакуации – это распределение, причем в некотором интервале, подчиняющееся определенному закону распределения [11]. Собственно, все последующие авторы лишь уточняли и дополняли эти обстоятельства применительно к зданиям различного назначения. Тем не менее сегодня время начала эвакуации нормируется недостаточно корректно [12].

Если исследования времени начала эвакуации для различных помещений здания в настоящее время активно проводятся [9], то исследования в зальных помещениях выполняются в гораздо меньшем объеме. В нашей стране – это исследования в актовом зале дома-интерната и в молельном зале мечети, а за рубежом – в театрах, кинотеатрах, магазинах и в библиотеке. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследований в разных странах мира времени начала эвакуации в зальных помещениях

Характеристика зального помещения	Значение $t_{н.э.}$, с		Источник данных
	Минимальное	Максимальное	
Кинотеатр	8	12	Франция [17]
Театр	10	36	Великобритания [15, 16]
Ресторан	41	60	Швеция [18], 9 серий эксперим.
Торговый зал магазина	9	130	
Торговый зал магазина	1	100	Великобритания [19], 4 серии эксперим.
Зал библиотеки	3	185	Новая Зеландия [20], 4 серии эксперим.
Актовый зал в доме для детей-инвалидов	93	150	Россия, Слюсарев С.В. [13]
Молельный зал	2	13	Россия, Казахстан, Шахуов Т.Ж. [14]

Приведенные данные показывают достаточно высокие значения $t_{н.э.}$, достигающие 3 мин и более (например, для зала библиотеки). А какие значения используются в нормах сегодня?

В методике [5] время начала эвакуации для зальных помещений поставлено в зависимость от площади зала:

$$t_{н.э.} = 5 + 0,01F_{пом.}$$

В рамках настоящего исследования рассмотрен процесс эвакуации людей из зальных помещений двух акватормальных комплексов площадью 1100 и 2450 кв. м. Расчет $t_{н.э.}$ по методике [5] показывает, что для залов указанной площади $t_{н.э.}$ составит 16 и 29 с соответственно (подробно это будет изложено ниже).

Опираясь на существующие данные (табл. 1), есть все основания полагать, что приведенные в нормах значения будут превышены, а использование значений, вычисленных по методике [5], приведет к недооценке пожарной опасности.

Но есть еще одно очень важное обстоятельство. Методика подразумевает одновременное начало эвакуации, то есть у всех людей без исключения одно и то же значение времени начала эвакуации. В одно и то же время люди прекратят развлекаться и в одно и то же время приступят к эвакуации. Вполне очевидно, что такое поведение людям не свойственно и даже противоестественно – у каждого человека будет свое уникальное время начала эвакуации, зависящее от того, что он в этот момент делает, от личного опыта, обучения, характера, возраста, пола, физического состояния присутствия членов семьи и еще десятков факторов. Поэтому очевидно, что ситуация, в которой у всех без исключения людей $t_{н.э.}$ равно 16 или 29 с невозможна. Именно с целью получения достоверных значений и закона распределения непрерывной случайной величины $t_{н.э.}$ разработаны и проведены следующие экспериментальные исследования.

2. Экспериментальные исследования эвакуации людей из акватормальных комплексов

Процесс эвакуации людей при пожаре состоит из двух основных слагаемых: время начала эвакуации (действия людей при получении сигнала о пожаре) и расчетное время эвакуации (движение людских потоков по путям эвакуации). Как правило, время начала эвакуации больше расчетного времени эвакуации [11]. В связи с отсутствием достоверных данных о $t_{н.э.}$ в акватормальных комплексах, кафедрой пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России проведены два эксперимента в Алтайском крае и Республике Алтай (табл. 2).

Таблица 2

Краткая характеристика экспериментов в г. Барнаул и г. Горно-Алтайск

Описание	Эксперимент № 1	Эксперимент № 2
Тип эвакуации	Анонсированная	Неанонсированная
Дата и время	18.03.2024 18 ч 2 мин	26.07.2024 14 ч 15 мин
Участники	357 человек (дети – 47 %, взрослые – 53 %)	52 человека (дети – 60 %, взрослые – 40 %)
Сигнал о пожаре	Дым + СОУЭ	СОУЭ
Диапазон значений $t_{н.э.}$, с	15,01–76,96	31–112
Общее время эвакуации, мин	7,83	2,86

2.1 Эксперимент № 1

В г. Барнауле 18.03.2024 г. впервые в России и мире проведен эксперимент по эвакуации людей в случае пожара из акватермального комплекса. В эксперименте приняли участие 357 человек, из которых 47 % были дети и подростки в возрасте от 4 до 18 лет, 53 % – взрослые от 19 до 60 лет. Почти все участники были в составе семейных и социальных групп. Социальные группы состояли из преподавателей школ и групп учеников. Для фото- и видеофиксации использовались 8 HD-TVI камер с ИК-подсветкой, установленных стационарно (рис. 1).

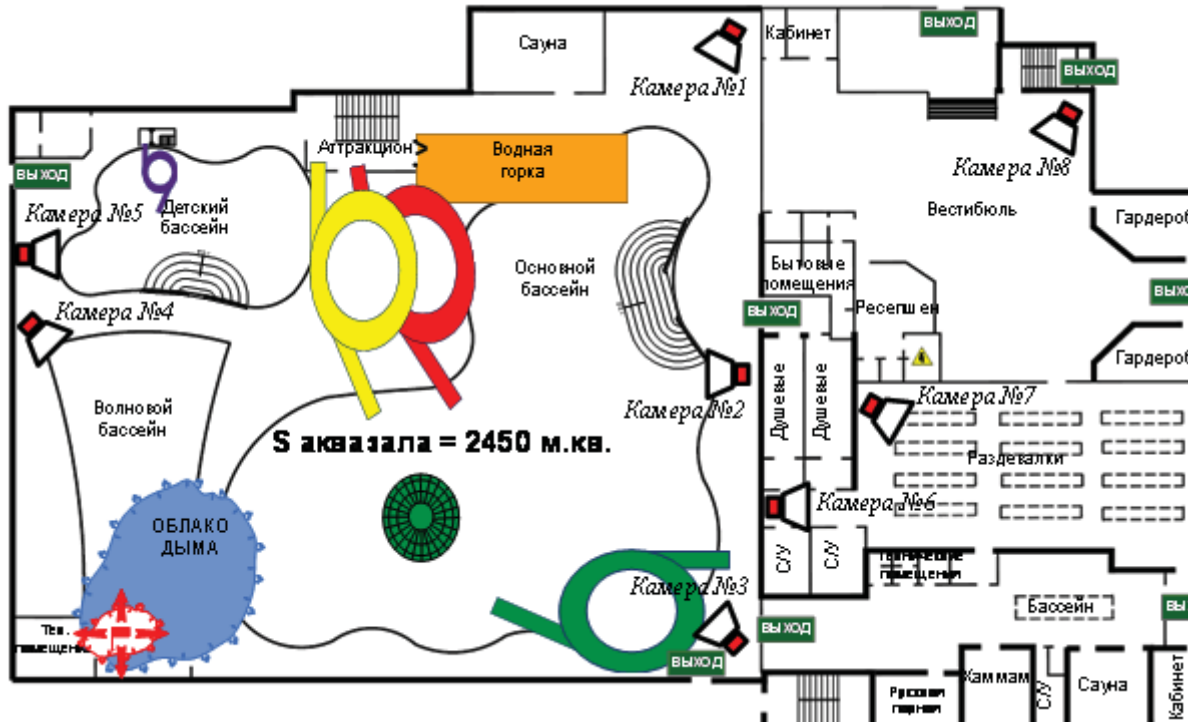


Рис. 1. Акватермальный комплекс г. Барнаула

В качестве сигнала о пожаре была задействована СОУЭ объекта с фиксированным временем срабатывания в 18 ч 2 мин. Для визуального обозначения ОФП использовался генератор дыма LAudio WS-SM400. Дым распространялся из технического помещения, расположенного в 3 м от волнового детского бассейна, объем дыма составил более 50 м. куб. (рис. 2).



Рис. 2. Имитация пожара в аквазале с помощью дымогенератора

Эвакуация была анонсированной, т. е. участники знали цель эксперимента, но не знали точного времени подачи сигнала СОУЭ, а также замысел вероятного места пожара. Инструктаж о действиях при пожаре с участниками эксперимента не проводился. Инструкторы в аквазале действовали в соответствии с должностными обязанностями.

Время начала эвакуации измерялось от момента появления дыма и срабатывания СОУЭ (сигнал СОУЭ был подан одновременно с появлением дыма) до момента начала движения людей к выходам.

Необходимо отметить некорректную работу системы оповещения, тихий сигнал о пожаре был плохо слышен из-за шума воды, работы аттракционов, многоголосого гула значительного количества людей.

Бассейны и аттракцион были условно разделены на несколько зон. Критерием деления являлся возраст людей в группах:

- зона детского волнового бассейна (дошкольники);
- зона детского бассейна (школьники);
- основной бассейн (старшеклассники и взрослые);
- аттракцион на высоте от уровня пола 9 м (старшеклассники и взрослые).

Результаты значений времени начала эвакуации приведены в табл. 3.

Таблица 3

Описательная статистика времени начала эвакуации в аквазальном комплексе г. Барнаула

Описательная статистика данных	Наименование зоны			
	Волновой детский бассейн	Детский бассейн	Основной бассейн	Аттракцион
<i>N</i> , участников чел.	29	38	118	32
Стандартное отклонение σ	3,35	8,01	13,98	1,55
Мода	23,87	22,6	53,98	41,96
Медиана	23,59	31,7	45,24	41,36
Среднее значение	23,2	31,9	45,12	41,35
Min	15,01	17,2	15,05	38,0
Max	28,8	46,3	76,96	43,9
Асимметрия	-0,42	0,03	0,10	-0,245
Эксцесс	- 0,01	- 0,86	- 0,40	-0,388
Размах вариации	13,86	29,11	61,91	5,91

На рис. 3 представлены графики распределения значений времени ($t_{н.э.}$) в зонах аквазального комплекса, указанных выше.

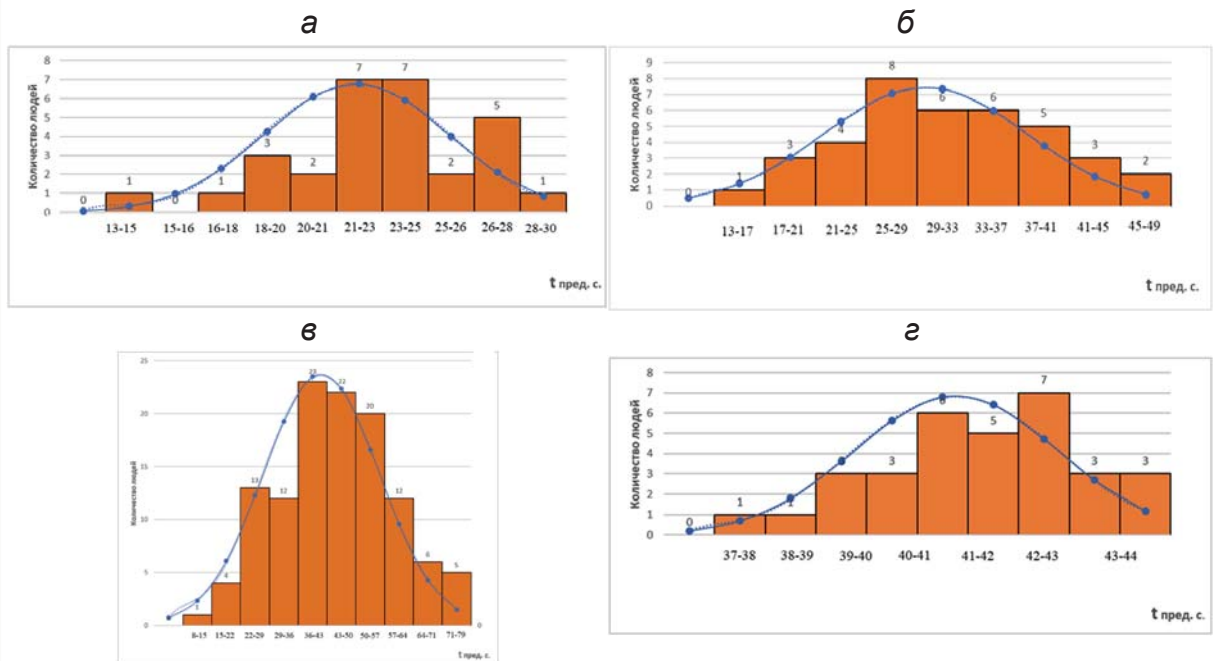


Рис. 3. Распределение значений времени начала эвакуации людей в различных зонах акватермального комплекса г. Барнаула: а – детский волновой бассейн; б – детский бассейн; в – основной бассейн; г – аттракцион

2.2. Эксперимент № 2

Второй эксперимент был проведен 26.07.2024 г. в 14 ч 15 мин в Республике Алтай, г. Горно-Алтайск (рис. 4).

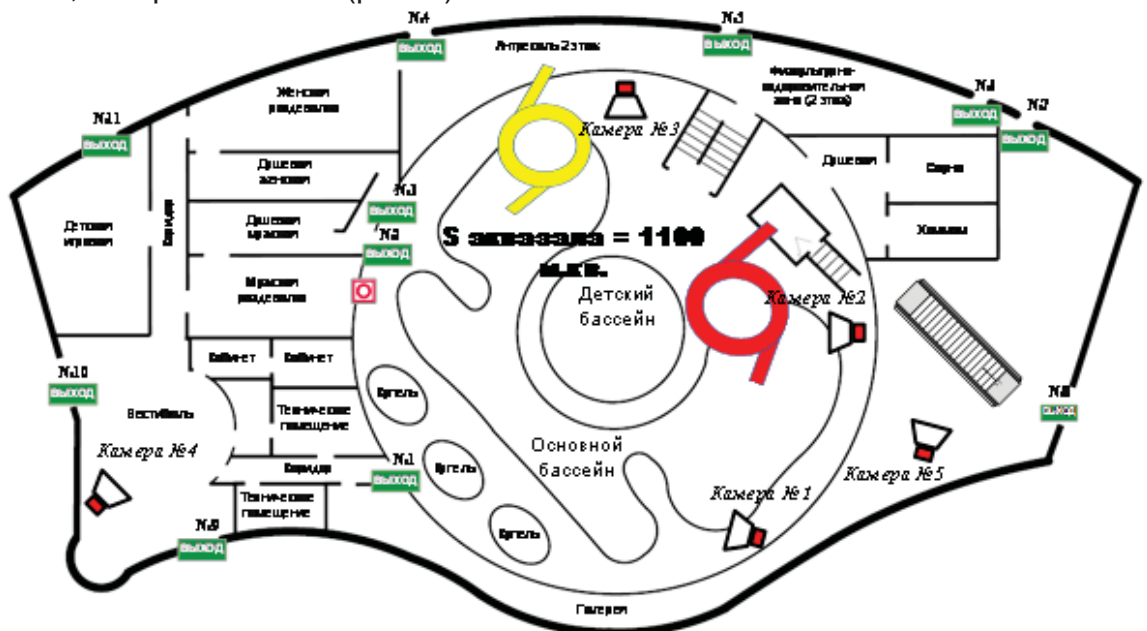


Рис. 4. Акватермальный комплекс в Республике Алтай, г. Горно-Алтайск

Акватермальный комплекс в курортной зоне Республики Алтай включает в себя бассейн с водными аттракционами. В момент подачи сигнала о пожаре в основном зале находились 52 человека, из которых: 21 (40,4 %) взрослый и 31 (59,6 %) ребенок школьного возраста. Отдыхающих людей не информировали о возможном сигнале о пожаре и организации эвакуации.

СОУЭ сработала в 14 ч 15 мин, далее передача информации о пожаре производилась голосом, по радиообмену административным персоналом и инструкторами в аквазале.

Результаты измерений времени начала эвакуации $t_{н.э.}$ приведены в табл. 4.

Таблица 4

Описательная статистика времени начала эвакуации в аквагормальном комплексе в Республике Алтай, г. Горно-Алтайск

Описательная статистика данных	Основной бассейн
N участников, чел.	52
Стандартное отклонение σ	19,92
Мода	61,00
Медиана	79,00
Среднее значение	76,44
Min	31,0
Max	112,0
Асимметрия	-0,407
Экссесс	-0,531
Размах вариации	81

На рис. 5 представлен график распределения значений времени начала эвакуации $t_{н.э.}$.

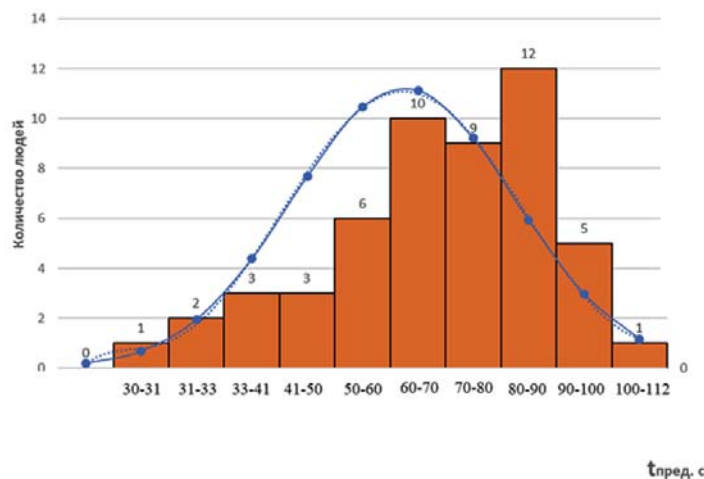


Рис. 5. Общее распределение значений времени ($t_{н.э.}$) при неанонсированной эвакуации

Экспериментальные данные показывают, что заложенное в нормах время ($t_{н.э.}$) занижено. Оценим, для какого количества людей этого времени недостаточно, или, иными словами, какой процент людей не успевают приступить к эвакуации за нормативное время. Во всех полученных наблюдениях распределение случайной величины времени начала эвакуации подчинялось (или было очень близко) нормальному закону распределения. Давно известно, что количество значений, попадающих в интервал от 3 до 2 стандартных отклонений, составляет 2,1 % от всех значений, в интервал от 2 до 1 стандартных отклонений попадает 13,6 % значений, а в интервал от 1 стандартного отклонения до среднего значения – 34,1 % значений. Таким образом, можно посчитать, сколько значений находятся за пределами, установленными нормированием, то есть какой процент людей не учитывается в расчетах и нормами не защищается (табл. 5).

Таблица 5

Процент людей в экспериментах, время начала эвакуации у которых превышает нормативное значение

Наименование	Время начала эвакуации, с		Процент людей, которым не хватает нормативного времени для подготовки к началу эвакуации, %
	Нормативное значение	Интервал экспериментальных значений	
Акватермальный комплекс г. Барнаула (анонсируемая эвакуация)			
Детский волновой бассейн	29	15–28	0
Детский бассейн	29	17–46	52,6
Основной бассейн	29	15–76	83,9
Аттракцион	29	38–43	100
Акватермальный комплекс г. Горно-Алтайска (неанонсируемая эвакуация)			
Аквазал с основным и детским бассейном	16	31–112	100

Анализируя данные табл. 5, следует отметить, что нормативное значение времени, принятое для расчетов, вероятнее всего, оправдано для небольших помещений, где люди вблизи могут увидеть или услышать сигнал о пожаре. В залах с бассейнами и аттракционами акватермальных комплексов требуется значительно больше времени на подготовку к эвакуации.

3. Основные причины, влияющие на параметры распределения времени начала эвакуации при пожаре

Реакция людей дым (пожар) не может быть мгновенной и одинаковой. Дым не ассоциируется с опасностью, а в большей мере вызывает любопытство (рис. 6). Данные видеонаблюдений показывают, что люди достаточно продолжительное время (более 15 с) просто наблюдали за происходящим, либо вообще не отвлекались от проведения своего запланированного отдыха.



Рис. 6. Поведение людей вблизи условного очага пожара в первые 15 с от начала распространения дыма – отдыхающие сигнал о пожаре игнорируют.

Эксперимент № 1

Семейные группы обладают увеличенным временем начала эвакуации, как правило от 60 до 110 с. Это связано с затратами времени на сбор детей, семьи в целом. Анкетирование людей после эксперимента № 1 показало, что 44,3 % опрошенных после получения сигнала о пожаре пытались найти близких людей и только в дальнейшем вместе эвакуироваться. На рис. 7а показаны родители, которые находились во взрослом бассейне отдельно от маленьких детей. До по-

жара взрослые общались и фотографировались, демонстрируя состояние расслабленности и отдыха.



Рис. 7. Родители в детском бассейне: а – в комфортном состоянии; б – в состоянии тревоги из-за обнаруженного дыма. Эксперимент № 1

Затем, при появлении дыма, рис. 7 б, мамы начинали реагировать на происходящее, но продолжали стоять на месте и наблюдать еще в среднем в течение 10–15 с, и только потом направлялись за детьми. Сбор детей также занимал определенное время, рис. 8 а, б.



Рис. 8. Сбор детей родителями для начала эвакуации. Эксперимент № 1

Неодновременность сборов прослеживалась даже у близко расположенных друг к другу семей. Например, семья с мамой под номером 2 уже вела детей к выходу, а семья с мамой под номером 1 еще находилась в воде и размышляла о том, что надо делать (см. рис. 9).



Рис. 9. Сбор детей родителями. Эксперимент № 1

Дети медленнее всех реагируют на сигналы оповещения и визуальные признаки пожара. На рис. 10 а, б, в изображены кадры, показывающие характерную ситуацию, – дети настолько были увлечены игрой в бассейне, что до последнего не хотели уходить, и покидали бассейн только после вмешательства инструкторов.

Роль персонала в организации эвакуации в общественных зданиях крайне высока [22]. 77,2 % опрошенных указали, что наблюдали активное и положительное влияние персонала на организацию процесса эвакуации детей, рис. 10 в.

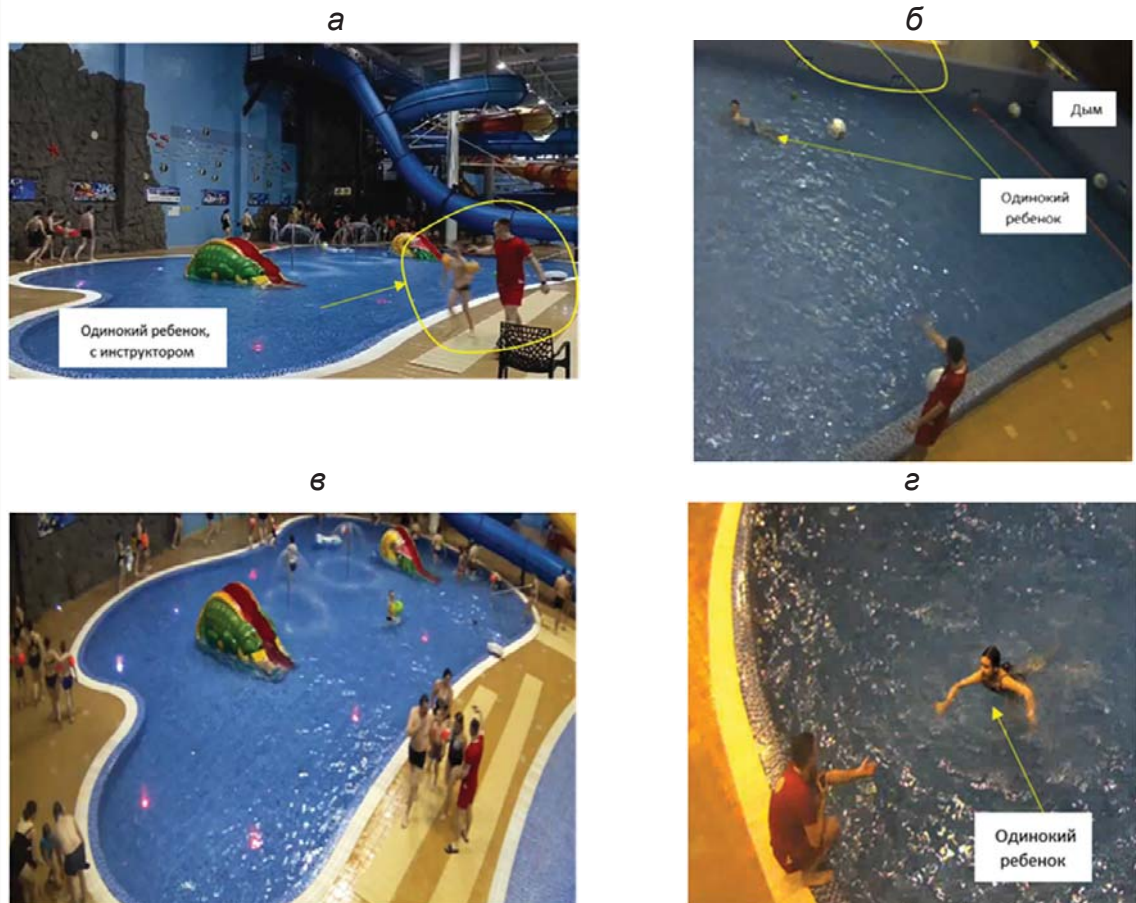


Рис. 10. Фрагменты работы инструкторов по оказанию помощи, организации и управлению эвакуацией. Эксперимент № 1

Эксперименты подтвердили наличие особых условий эвакуации – при организованной эвакуации инструкторами гости не задерживались на сбор личных вещей, ценностей или на одевание верхней одежды и обуви и покидали помещение босиком (см. рис. 11).



Рис. 11. Фрагмент движения людей босиком без верхней одежды и обуви

Любопытно отметить, что время начала эвакуации увеличивается при удалении от очага пожара. Это прослеживается при сравнении средних значений в трех зонах акватермального комплекса, находящихся на разном удалении от источника задымления: волновой бассейн (14 м от очага пожара до центра бассейна) – 23 с; детский бассейн (33 м) – 32 с; основной бассейн (45 м) – 45 с. Такая особенность выявлена и математически описана впервые.

4. Рекомендации по организации эвакуации людей

Ранее проведенные исследования, например, в детских садах [21], показали, что затраты времени на одевание верхней одежды могут достигать 7 мин, что крайне опасно ввиду угрозы блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.

С целью уточнения этого показателя для аквапарков в Академии ГПС МЧС России были проведены несколько серий замеров одевания людей после выхода из бассейна. В замерах участвовали группы молодых людей, состоящие из курсантов мужского и женского пола, а также семьи с тремя детьми. Всего было выполнено 12 серий замеров. Средние значения времени одевания летней и зимней одежды приведены на рис. 12.

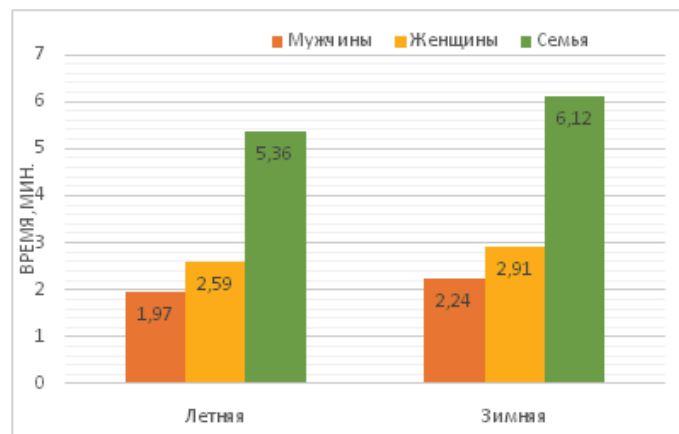


Рис. 12. Средние значения времени одевания после выхода из бассейна курсантов мужского и женского пола, а также семей с тремя детьми

Проведенные измерения показали, что время одевания семейной группы может составлять более 6 мин, что в условиях пожара недопустимо много. В табл. 2 указано общее время эвакуации людей из здания равное 7,83 мин, следовательно, если допустить возможность одевания людей перед выходом из здания, время эвакуации увеличится практически в 2 раза (13,83 мин). Это может способствовать гибели людей. В связи с этим организационные мероприятия и учения по эвакуации должны исключить одевание людей в случае пожара, рис. 13.



Рис. 13. Фрагмент работы персонала в раздевалке акватермального комплекса, не позволяющего переодеться. Эксперимент № 1

5. Рекомендации по совершенствованию нормирования времени начала эвакуации в акватермальных комплексах

В эксперименте № 1 в течение нормативного времени, равного 29 с, к эвакуации успели приступить только 37,3 % людей. В эксперименте № 2 за нормативные 16 с не успел никто. С чем это связано?

1. Посещение акватермальных комплексов, как правило, происходит в выходные и праздничные дни (каникулы), когда люди настроены на отдых и развлечение, соответственно, они менее всего готовы к тому, что в здании может случиться пожар. К тому же они раздеты, людям потребуется время на анализ ситуации, принятие решения о целесообразности одевания (например, в холодное время года), сбор личных вещей.

2. Акватермальные комплексы – это главным образом развлечения для детей (более 60 % от общего числа посетителей), которых приводят родители. Дети и родители могут находиться на разных аттракционах, в разных зонах на удалении друг от друга и перед эвакуацией дети обязательно будут искать родителей, а родители детей. На эти действия, несомненно, требуется время.

3. Эксперимент № 1 подтвердил ранее установленные факты [22] о том, что разные сигналы о пожаре (дым, пламя, СОУЭ) вызывают разную ответную реакцию людей. В частности, дым вызывает, прежде всего, интерес и любопытство, задерживая и увеличивая без того ограниченное время на эвакуацию из здания.

Изложенное выше указывает, что время начала эвакуации у всех людей будет разное, т. е. это распределение (близкое к нормальному), и зависит от наличия ОФП в зоне видимости. Интервал значений $t_{н.э.}$ в эксперименте № 1 находится в диапазоне от 15 до 76 с, в эксперименте № 2 – от 31 до 112 с, следовательно, возможно установить эмпирически подтвержденный (с небольшим запасом) диапазон распределения времени начала эвакуации для зальных помещений с очагом пожара и без него (см. табл. 6 и рис. 14).

Таблица 6

Основные характеристики непрерывной случайной величины времени начала эвакуации для помещений Ф3.6 акватермальных комплексов

Наименование	Время начала эвакуации для зальных помещений (аквазалов), Ф3.6	
	аквазал с очагом пожара $t_{н.э.}$, с	аквазал без очага пожара $t_{пред.}$, с
Рекомендуемый диапазон распределения	15–80	30–120
Среднее значение, с	47,5	75
Стандартное отклонение	20,9	30,2
Вид распределения	нормальное	нормальное

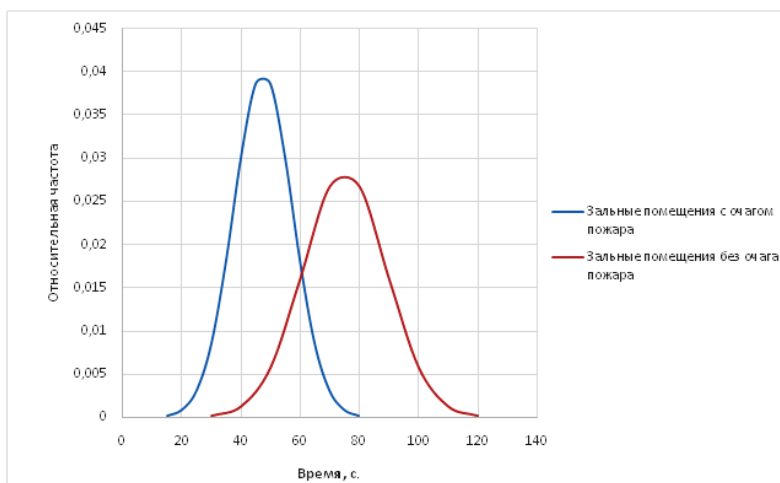


Рис. 14. Рекомендованная зависимость распределения времени начала эвакуации людей при пожаре из зальных помещений (аквазалов)

Акватермальные комплексы включают в себя не только помещения класса Ф3.6, но и административные помещения класса Ф.4.3. Принимая во внимание, что пожар может возникнуть в любом помещении здания, необходимо коснуться значений $t_{н.э.}$ в административной части.

Анализ опубликованных данных табл. 7 показывает огромный разброс значений $t_{н.э.}$ для указанного класса зданий, что обращает внимание на необходимость отдельного исследования этого вопроса. Следует также подчеркнуть тот факт, что при небольшом количестве офисных работников (до 50 человек) $t_{н.э.}$ не превышает 1 мин. Такая численность работников весьма характерна для акватермальных комплексов, поэтому для расчетов рекомендуется принимать значения от 5 до 60 с, распределенных по нормальному закону.

Таблица 7

Сводка результатов исследований времени начала эвакуации людей из офисных помещений

№ п/п	Min значение, с	Max значение, с	Среднее значение, с	Количество людей	Источник данных
1	23	152	74	132	[23]
2	10	55	28	19	[24]
3	32	57	46	12	[25]
4	40	426	141	72	[26]
5	7	330	102	348	[26]
6	32	56	46	7	[27, 28]
7	5	490	169	205	[29]
8	5	62	19,4	41	[30]

Заключение

Исследование эвакуации при пожаре из акватермальных комплексов представляется важным ввиду массового строительства данных объектов, наличия в них большого количества людей в уязвимом состоянии (раздетых, разутых и мокрых) в составе семейных и социальных групп, что будет обуславливать сложное и до настоящего времени неизученное поведение в чрезвычайной ситуации. При этом данных, необходимых для прогнозирования показателей процесса эвакуации и тем более выполнения необходимых расчетных оценок, недостаточно.

Проведенное исследование подтвердило выявленную тенденцию [12] на нормирование необоснованно низких значений времени начала эвакуации, что ведет к недооценке пожарной опасности. Формула П4.1 [5], по всей видимости, справедлива только для небольших зальных помещений, вероятно, площадью до 100 м кв., что безусловно, требует дальнейшей экспериментальной работы.

Более того, реализованная в методике [5] общая концепция нормирования подразумевает одновременное начало эвакуации всех людей. Такого, разумеется, не бывает. Проведенное исследование еще раз подтвердило, что время начала эвакуации (в том числе в зальных помещениях) у всех людей разное и подчиняется определенному закону распределения в установленном интервале значений.

Планирование и проведение серии экспериментов, обработка и анализ полученного эмпирического материала позволили установить достоверные значения времени начала эвакуации для помещений, в которых пожар может быть обнаружен визуально (зальные помещения), а также для административных и иных вспомогательных помещений, в которых сигнал о пожаре будет передан посредством системы оповещения о пожаре.

Список литературы

1. Всемирная Ассоциация Аквапарков (WWA): сайт. URL: <https://www.waterparks.org> (дата обращения: 09.12.2024).
2. Пожары и пожарная безопасность: информационно-аналитические сборники. Статистика пожаров и их последствий. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2010–2023.
3. В Екатеринбурге горел аквапарк. Посетителей эвакуировали на улицу в одних купальниках и плавках // Комсомольская правда: газета. URL: <https://www.ural.kp.ru/daily/25658.5/821550/> (дата обращения: 09.12.2024).
4. ЧП в аквапарке в Петербурге: «Питерлэнд» закрылся после пожара в бане // Комсомольская правда: газета. URL: <https://www.spb.kp.ru/daily/26921.7/3967558/> (дата обращения: 09.12.2024).
5. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС России от 14.11.2024 г. № 1140 // Гарант.ру: информационно-правовой портал. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165/?ysclid=m7vxgfm71744174775> (дата обращения: 09.12.2024).
6. R.F. Fahy, G. Proulx, Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modeling, Second Int. Symp. Hum. Behav.Fire, 2001.
7. L. Shi, Q. Xie, X. Cheng, L. Chen, Y. Zhou, R. Zhang, Developing a database for emergency evacuation model, Build. Environ. 44 (2009) 1724–1729, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.11.008>.
8. S.M.V. Gwynne, K.E. Boyce, Engineering data, SFPE Handb. Fire Prot. Eng, Springer, New York, New York, NY, 2016, pp. 2429–2551, https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_64.
9. R. Lovreglio, E. Kuligowski, S. Gwynne, K. Boyce. A pre-evacuation database for use in egress simulations. Fire Safety Journal, Volume 108, September 2019, Pages 107-128.
10. Никонов С.А. Разработка мероприятий по организации эвакуации при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей на основе моделирования движения людских потоков: дис. ... канд. техн. наук. Москва: ВИПТШ МВД СССР, 1985.
11. Самошин Д.А. Законы распределения случайной величины времени начала эвакуации людей при пожарах // Технологии техносферной безопасности. 2016. Вып. 2 (66). С. 104–113.
12. Самошин Д.А. Проблемы нормирования времени начала эвакуации // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2024. № 4. С. 9–25. DOI 10.25257/FE.2024.4.9-25.
13. Слюсарев С.В. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам для детей с ограниченными возможностями здоровья в зданиях с их массовым пребыванием: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. Москва, 2016. 189 с.
14. Шахуов Т.Ж. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам из зданий мечетей: дис. ... канд. техн. наук. Москва: Академия ГПС МЧС России, 2018.
15. Purser DA, Bensilum M (1999) Quantification of escape behavior during experimental evacuations. Building Research Establishment Report CR 30/99. Building Research Establishment Ltd, Garston, Watford, UK.
16. Purser DA, Bensilum M (2001) Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations, Safety Science, 38 (2): 157–182
17. Tancogne-Dejean M, Colina H, Ilsbrock D, Van Niel K (2009) Evacuation drills

of a cinema auditorium. In: Proceedings of the fourth international symposium on human behaviour in fire, Cambridge England, 2009. Interscience Communications, pp645–657. ISBN 978-0-9556548-3

18. Frantzich H (2001) Occupant behaviour and response time – results from evacuation experiments. In: Proceedings of the second international symposium on human behaviour in fire, 2001, Massachusetts. Interscience Communications, 2001, pp 159–166. ISBN 0 9 5 3 2312 6 7

19. Shields TJ, Boyce KE (2000) A study of evacuation from large retail stores. Fire Saf. J. 35 (1): 25–49.

20. Ruggiero Lovreglio, Erica Kuligowski, A pre-evacuation study using data from evacuation drills and false alarm evacuations in a university library. Fire Safety Journal, Volume 131, July 2022.

21. *Парфененко А.П.* Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений: дис. ... канд. техн. наук. Москва: Академия ГПС МЧС России, 2012.

22. Поведение персонала торговых комплексов при пожаре. Часть II. Действия в смоделированной ситуации «пожар в торговом комплексе» / *Д.Т. Шильдс, К.Е. Бойс, В.В. Холщевников, Д.А. Самошин* // Пожаровзрывобезопасность. 2005. Т. 14, № 3. С. 47–58. EDN KPTXOD.

23. Gwynne SMV, Boswell DL, Proulx G (2009) Understanding the effectiveness of notification technologies in assisting vulnerable populations. J. Fire Prot. Eng. 19 (1): 31–49.

24. Sharma SB, Tabak V, Brocklehurst D, Sagun A, Bouchlaghem D (2009) A comprehensive modern approach to developing evacuation data capture/analysis and simulation tools for real world fire engineering. In: Proceedings of fourth international symposium on human behaviour in fire, Cambridge England, 2009. Interscience Communications, pp195–206. ISBN 978-0-9556548-3-1.

25. Purser D (2008) Comparison of evacuation efficiency and pre-travel activity times in response to asounder and two different voice alarm messages. In: Kingsch WWF, Rogsch C, Schadschneider A, Schreckenber M (eds) Pedestrian and evacuation dynamics. ISBN 978-3-632-04503-5 (print) 978-3-642-04504-2 (on-line), pp 121–134.

26. Gwynne SMV (2007) Optimising fire alarm notification for high risk groups: summary report. The Fire Protection Research Foundation, Quincy, MA, USA, pp 127.

27. Purser DA, Bensilum M (2001) Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations, Safety Science, 38 (2):157–182.

28. Purser DA, Raggio AJT (1995) Behaviour of crowds when subjected to fire intelligence, Building Research Establishment Report CR 143/95. BuildingResearch Establishment Ltd, Garston, Watford, UK.

29. Особенности эвакуации людей из современных офисных зданий при пожаре / *Т.Г. Меркушкина, Д.А. Самошин, З.С. Хасуева, М.Ю. Зыкова* // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 5 (63). С. 73–81. EDN WCLCFR.

30. Результаты проведения учебной эвакуации людей из офисного здания фирмы Sistem Aventure Capital, расположенного по адресу: г. Москва, ул. Щепкина, д. 51/4, строение 1. АНО Научно-методический центр «ПожСофт», г. Москва.

**Статья поступила в редакцию 09.12.2024;
одобрена после рецензирования 09.01.2025;
принята к публикации 10.02.2025.**

Чернов Александр Александрович – адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических кадров;

Самошин Дмитрий Александрович – доктор технических наук, профессор, начальник учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты;

Пронин Денис Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России, начальник управления технического регулирования ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», доцент кафедры «Пожарной безопасности в строительстве»;

Кочетыгов Владимир Анатольевич – старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела пожарной профилактики объектов защиты (в составе учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты).

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», Москва, Россия.

Alexander A. Chernov – Graduate Student of the Faculty of Scientific and Pedagogical Personnel Training;

Dmitry A. Samoshin – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Educational and Scientific Complex of Fire Safety of Protected Facilities;

Denis G. Pronin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Fire Safety in Construction of the State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Head of the Department of Technical Regulation of the FSBI «TSNIIP of the Ministry of Construction of the Russian Federation», Associate Professor of the Department of Fire Safety in Construction;

Vladimir A. Kochetygov – Senior Researcher at the Research Department of Fire Prevention of Protected Facilities (as part of the Educational and Scientific Complex of Fire Safety of Protected Facilities).

State Fire Academy (AGPS), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Moscow, Russia.