

Исследование особенностей процесса эвакуации для объектов культурного наследия

© Т. Ю. Еремина^{1(✉)}, А. В. Богданов², О. В. Сушкова², А. Юг³

¹ Институт комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26)

² Государственный Эрмитаж (Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 34)

³ Беккер Колледж (61 Север Стрит, Ворчестер, МА 01609, Массачусетс, США); СТІF (Международная ассоциация пожарных и спасателей); Университет Любляны, Словения (Дорога мореходов, 4, 6320 Порторож, Любляна, Словения)

РЕЗЮМЕ

Введение. В настоящее время многие объекты культурного наследия стали многофункциональными историческими зданиями, в которых обеспечивается сохранение архитектурных и конструктивных решений, противоречащих современным нормам пожарной безопасности. На таких объектах с массовым пребыванием людей должна обеспечиваться безопасная эвакуация при пожаре, что осложняется присутствием различных групп людей (детей, иностранцев, маломобильных людей и т. п.). В связи с этим необходима разработка актуальных методических рекомендаций по проведению тренировок по эвакуации на объектах культурного наследия.

Методы исследования. При эвакуации в случае пожара людские потоки должны перемещаться по строго определенным маршрутам в соответствии с планами эвакуации. Это обуславливает обязательность тренировок по эвакуации для персонала.

Учебная эвакуация для сотрудников в Государственном Эрмитаже проводится регулярно. Пожарно-технической комиссией разрабатываются годовой план-график и план учебной эвакуации; оценка эвакуации отражается в итоговой справке.

5 апреля 2018 г. в здании Зимнего дворца Государственного Эрмитажа была проведена учебная эвакуация персонала и посетителей. В ходе эвакуации проверялись: 1) взаимодействие дежурных служб и сотрудников музея с сотрудниками МЧС и Росгвардии; 2) организация спасения и эвакуации людей; 3) обеспечение сохранности материальных и культурных ценностей; 4) состояние систем противопожарной защиты; 5) укомплектованность первичными средствами пожаротушения и средствами оказания первой медицинской помощи.

Результаты и обсуждение. Учебная эвакуация была организована в соответствии с планом; цели достигнуты. Фактическое время эвакуации не превысило нормативного и расчетного. При этом необходимо учитывать, что поведение людей в условиях реальной эвакуации может отличаться от поведения при учебной эвакуации.

Выводы. Для разработки методических рекомендаций по проведению эвакуации необходимо изучать движение людских потоков, анализировать периоды, для которых возможно массовое скопление на объекте людей, в особенности детей разного возраста. Для такого анализа может быть использована статистика посещения музеев.

Ключевые слова: эвакуация при пожаре; эвакуационные пути; эвакуационные выходы; учебная эвакуация; объекты культурного наследия с массовым пребыванием людей; дети различного возраста.

Для цитирования: Еремина Т. Ю., Богданов А. В., Сушкова О. В., Юг А. Исследование особенностей процесса эвакуации для объектов культурного наследия // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 54–66 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2019.28.01.54-66.

✉ Еремина Татьяна Юрьевна, e-mail: main@stopfire.ru

Evacuation procedure features for cultural heritage objects

© Т. Yu. Eremina^{1(✉)}, A. V. Bogdanov², O. V. Sushkova², A. Jug³

¹ Institute of Integrated Safety and Security in Building Industry, National Research Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoe Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation)

² The State Hermitage Museum (Dvortsovaya Emb., 34, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation)

³ Becker College (61 North St., Worcester, MA 01609, Massachusetts, USA); CTIF (International Association of Firefighters and Rescuers); University of Lyublyana, Slovenia (Sailors' Route 4, 6320 Portoroz, Lyublyana)

ABSTRACT

Introduction. Many cultural heritage objects are multifunctional historic buildings with protected architectural and constructional solutions contradicting fire safety requirements. Safe evacuation should be provided for such objects with high occupancy, but it's complicated by various occupant groups (children, foreigners, disabled people). Development of evacuation training guidelines for cultural heritage objects is necessary.

Methods. People in fire evacuation should follow strictly defined routes, according fire evacuation plans. This makes evacuation training for personnel necessary.

Evacuation trainings for personnel are regularly organized in State Hermitage Museum. Fire safety commission develops annual scheduled plan and training plan, evacuation training results are estimated in review.

Evacuation training for personnel and visitors was organized in Winter Palace of State Hermitage Museum on the 5th April 2018. Museum personnel, emergency service, Russian National Guard coordination, people evacuation and rescue, cultural property salvage, fire protection systems condition, completeness with emergency fire-fighting equipment and first aid treatment were checked.

Results and discussion. Evacuation training was organized according to plan, it was succeeding at goal. Visitor evacuation training time didn't exceed normative and calculated. But it's necessary to take into account that people behavior at real evacuation may vary and make stream movement difficult.

Conclusion. Evacuation training procedure improvement can be organized by investigation of people stream movement, analysis of high occupancy time intervals, especially for various-aged children. Such analysis should include museum visit statistical data.

Keywords: fire evacuation, egress mean, emergency exit, evacuation training, cultural heritage objects with high occupancy, variously-aged children.

For citation: T. Yu. Eremina, A. V. Bogdanov, O. V. Sushkova, A. Jug. Evacuation procedure features for cultural heritage objects. *Pozharovzryvobezopasnost' / Fire and Explosion Safety*, 2019, vol. 28, no. 1, pp. 54–66 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2019.28.01.54-66.

✉ Tatyana Yuryevna Eremina, e-mail: main@stopfire.ru

Введение

Объекты культурного наследия России не только представляют особую ценность для народов нашей страны, но и являются неотъемлемой частью всемирного культурного наследия. К ним относятся и уникальные по своей архитектуре исторические здания [1]. Использование исторических зданий осуществляется организациями, подведомственными Министерству культуры, а также организациями других министерств (здравоохранения, образования и науки, обороны, транспорта и др.).

Кроме ведомственной принадлежности, эти здания в зависимости от их историко-культурного значения могут относиться к объектам федерального, регионального, местного или муниципального значения [2].

В настоящее время многие объекты культурного наследия стали многофункциональными историческими зданиями, в которых обеспечивается сохранение архитектурных и конструктивных решений, причем при минимальных затратах. Однако такие решения, принятые ранее и сохраняемые сегодня, могут противоречить нормам пожарной безопасности в части соблюдения требований к пожарным отсекам, лестничным клеткам, эвакуационным путям и выходам.

На объектах культурного наследия с массовым пребыванием людей, в первую очередь, должна обеспечиваться их безопасная эвакуация при пожаре, для которой характерны следующие проблемные вопросы:

- присутствие различных групп людей (социальных, возрастных), в том числе детей разного возраста, иностранцев, а также категорий маломобильных людей, испытывающих затруднения при самостоятельном передвижении;

- периоды, в которые существенно увеличивается количество людей на объекте (дни школьных каникул, государственных праздников, проведения временных выставок и т. п.).

Эвакуация осложняется еще и тем, что объемно-планировочные решения на таких объектах не соответствуют требованиям, предъявляемым к параметрам эвакуационных путей и выходов. В частности, рассматриваемое в настоящей статье историческое здание Государственного Эрмитажа — Зимний дворец имеет расстояния по путям эвакуации до ближайших выходов, превышающие нормативные значения. Согласно п. 6.1.20 СП 1.13.130.2009 (Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы) при наименьшей плотности людского потока для здания класса конструктивной пожарной опасности С0 расстояние из помещений, расположенных между лестничными клетками или наружными выходами, до ближайших эвакуационных выходов не должно превышать 60 м, из помещений с выходами в тупиковый коридор или холл — 30 м. Расстояния из удаленных от выходов помещений Зимнего дворца значительно превышают требуемые значения (рис. 1–3).

Расстояние до ближайших эвакуационных выходов из помещений, обозначенных на плане 1-го этажа (см. рис. 1), составляет:

- от А до выходов: № 2 — 137 м, № 5 — 130 м;
- от В до выходов: № 2 — 69 м, № 3 — 93 м;
- от С до выходов: № 5 — 76 м, № 6 — 98 м.

Расстояние до ближайших лестниц (Л) из помещений, обозначенных на плане 2-го этажа (см. рис. 2), составляет:

- от А до Л № 3 — 90 м, Л № 4 — 94 м;
- от В до Л № 1 — 113 м, Л № 2 — 87 м;
- от С до Л № 5 — 66 м.

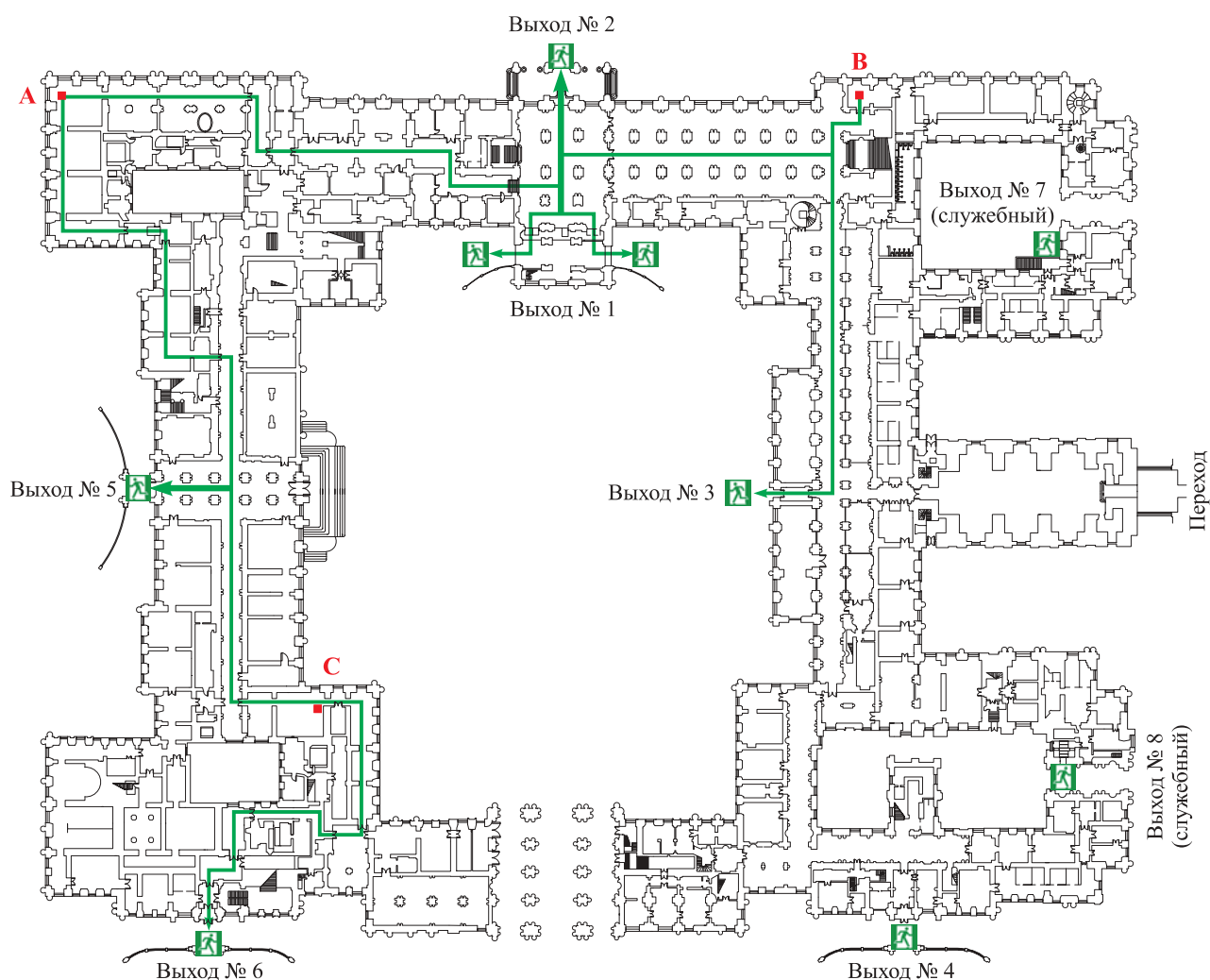


Рис. 1. План 1-го этажа Зимнего дворца Государственного Эрмитажа
 Fig. 1. First floor of Winter Palace (State Hermitage Museum)

Расстояние до ближайших лестниц из помещений, обозначенных на плане 3-го этажа (см. рис. 3), составляет:

- от А до Л № 6 — 70 м, Л № 4 — 90 м;
- от В до Л № 3 — 101 м.

Трагедия в кемеровском торговом центре “Зимняя вишня” привлекла внимание к проблеме разработки и внедрения методических рекомендаций по учебной эвакуации детей различного возраста [4].

Исследования особенностей процесса эвакуации рассматривались в работах [3–8]. Огромная методологическая работа проделана в исследованиях [9]. Для разработки предложений по обеспечению безопасности посетителей Государственного Эрмитажа на случай возникновения пожара в 1983 г. ВНИИПО МВД СССР были проведены натурные исследования динамики движения посетителей в различные периоды работы музея. Для этого расставлялись контролеры-счетчики в “узловых точках” — наиболее посещаемых залах музея, а также на входе в музей и выходе из него. Совокупность полученных

значений числа посетителей $N_{10ij}(t)$, проходящих через i -й контрольный пост в j -м направлении за последовательные интервалы времени $\Delta t = 10$ мин, составила исходный материал для анализа динамики движения посетителей. При этом эвакуация посетителей не проводилась. Результаты натурных исследований были проанализированы и отражены в диссертации С. А. Никонова [8].

В связи с вышеизложенным необходима разработка актуальных методических рекомендаций по проведению тренировочной эвакуации на объектах культурного наследия, приспособленных для современного использования, в особенности на объектах с массовым пребыванием людей и при наличии различных групп посетителей. Поведение представителей каждой группы во время эвакуации имеет свою специфику и должно рассматриваться отдельно.

Материалы и методы

Наиболее сложными проблемами для объектов охранного статуса являются: наличие зауженных и

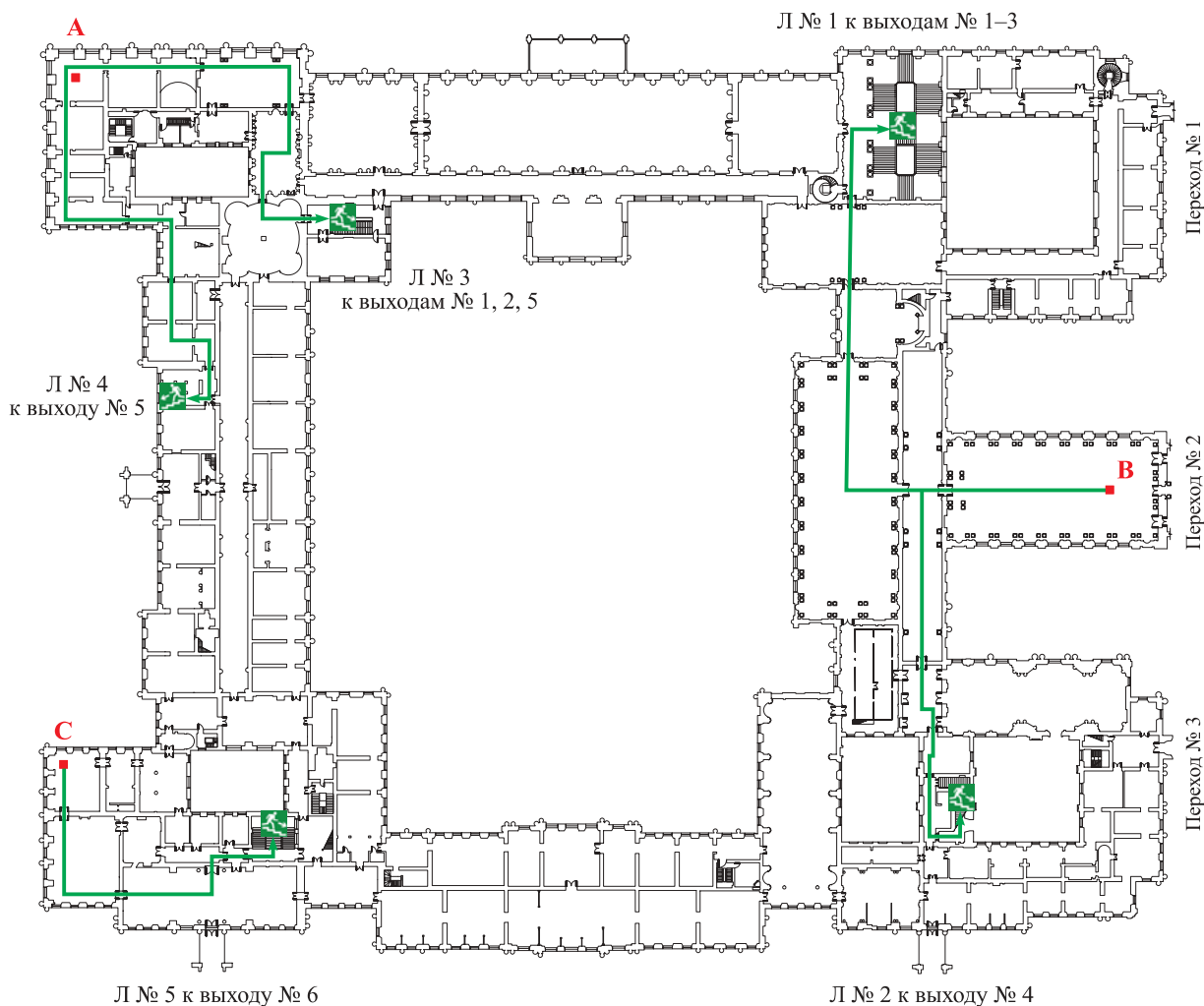


Рис. 2. План 2-го этажа Зимнего дворца Государственного Эрмитажа
Fig. 2. Second floor of Winter Palace (State Hermitage Museum)

заниженных эвакуационных путей и выходов; превышение расстояний по путям эвакуации до ближайшего выхода; увеличенное количество ступеней в одном лестничном марше; отсутствие безопасных зон. Требования к сохранению объекта культурного наследия в соответствии Федеральным законом № 73-ФЗ “Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации” предусматривают консервацию, ремонт и реставрацию объекта культурного наследия, приспособление его для современного использования либо сочетание указанных мер. Работы по сохранению объекта культурного наследия проводятся в соответствии с реставрационными нормами и правилами, утверждаемыми федеральным органом охраны объектов культурного наследия. Нормативные документы по пожарной безопасности применяются только в тех случаях, которые не противоречат интересам сохранения данного объекта культурного наследия.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей на таких объектах необходимо предусмотреть тре-

буемые параметры эвакуационных путей и возможность их использования. Среди основных причин, вызывающих гибель людей при пожарах, специалисты называют отказ системы оповещения и, как следствие, невозможность своевременно воспользоваться запасными выходами (до блокирования их опасными факторами пожара (ОФП)), в результате чего у людей возникает паника, образуются “пробки” на эвакуационных путях.

После пожара, случившегося в кемеровском торговом центре “Зимняя вишня” 25 марта 2018 г., когда погибли 64 чел., в том числе 41 ребенок, были инициированы проверки исполнения требований законодательства в области пожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей. При расследовании трагедии установлено, что в здании торгового центра пожарная сигнализация и система оповещения о пожаре не работали, двери эвакуационных выходов оказались закрыты, организация эвакуации со стороны администрации объекта не проводилась.

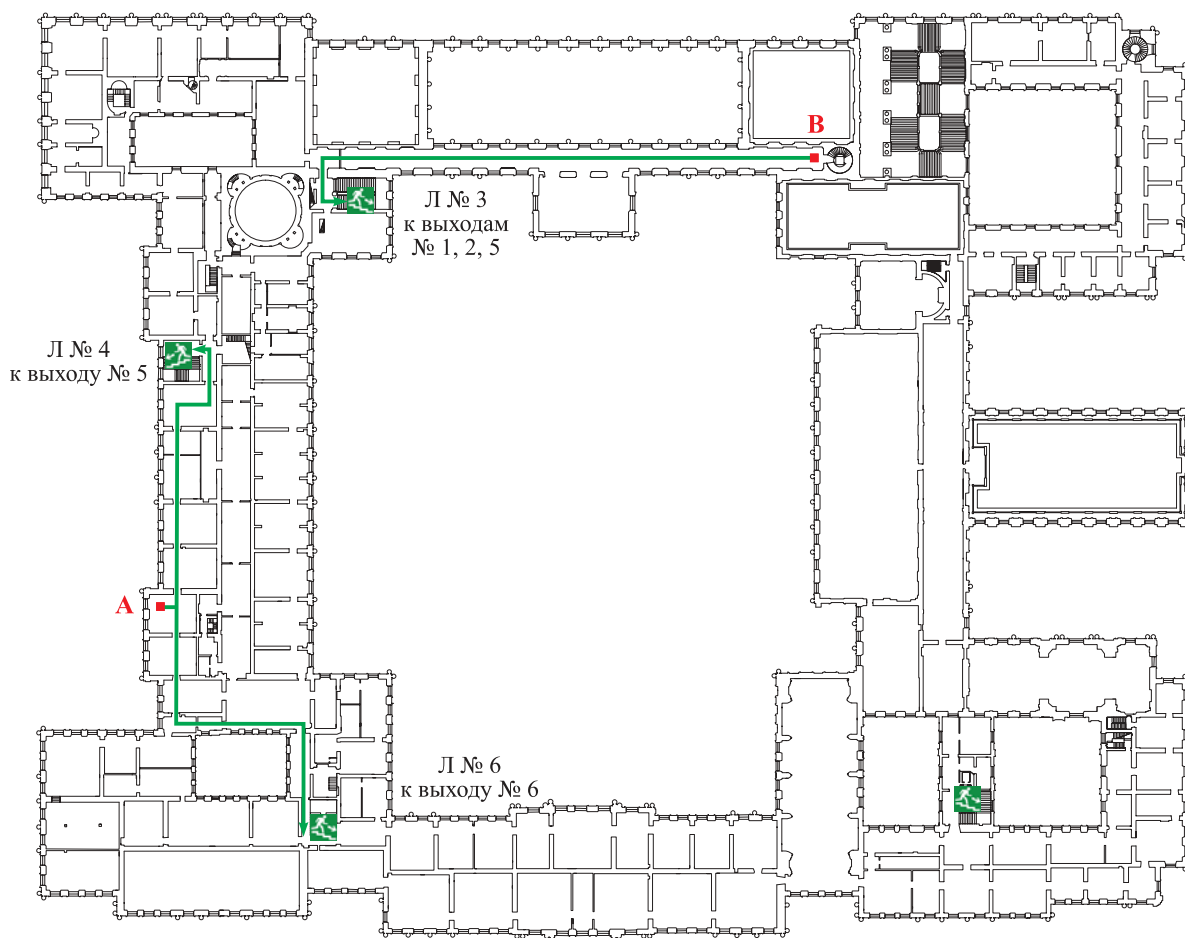


Рис. 3. План 3-го этажа Зимнего дворца Государственного Эрмитажа
 Fig. 3. Third floor of Winter Palace (State Hermitage Museum)

Безопасная эвакуация людей из зданий при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени с момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре и обеспечивается беспрепятственность движения людских потоков. Необходимое время эвакуации — расчетная величина, методы определения которой изложены в [10].

В соответствии с п. 6.1.31 СП 1.13130.2009 необходимое время эвакуации (из спортивных залов с трибунами для зрителей и других зрительных залов):

а) из зального помещения объемом W более 60 тыс. м³ до ближайшего эвакуационного выхода* должно определяться по формуле $t_{н\text{бз}} = 0,115\sqrt[3]{W}$, но не должно превышать 6 мин;

б) из здания в целом с залом объемом более 60 тыс. м³ не должно превышать 10 мин.

* Термин “ближайший эвакуационный выход” используется в большинстве разделов СП 1.13130.2009; предполагается, что люди в зависимости от их местоположения в момент начала пожара выбирают ближайший к ним выход, через который можно эвакуироваться, и начинают движение к нему.

В соответствии с п. 6.22 СП 118.13330.2012* (Общественные здания и сооружения) необходимое время эвакуации:

а) из зального помещения объемом 60 тыс. м³ до ближайшего эвакуационного выхода не должно превышать 4,5 мин;

б) непосредственно наружу из зданий классов конструктивной пожарной опасности С0, С1 высотой свыше 17 до 28 м с залом указанного объема следует принимать равным 10 мин.

Кроме того, существуют следующие проблемные вопросы с учетом специфики объектов культурного наследия, которые необходимо прорабатывать для совершенствования методологии оценки пожарного риска для таких объектов:

1) отсутствует свод правил для объектов культурного наследия;

2) отсутствуют классификация объектов культурного наследия и соответствующие требования по их защите с учетом их охранного статуса;

3) объемно-планировочные и конструктивные решения объектов культурного наследия не описаны в Методике [10], не отвечают требованиям совре-

менных нормативных документов, что затрудняет расчет индивидуального пожарного риска.

В руководстве по обеспечению пожарной безопасности на объектах культурного наследия [11] предлагается также рассматривать для некоторых из них возможность поэтапной эвакуации. В этом документе в качестве основополагающих принципов проведения эвакуации указаны следующие:

- не беспокоить посетителей до окончательного принятия решения о проведении эвакуации;
- эвакуацию следует начинать в тот момент, когда становится очевидной ее неизбежность;
- эвакуация должна быть проведена максимально быстро и эффективно.

Необходимо анализировать количество и категории (дети, пенсионеры, маломобильные люди) возможных посетителей здания, места и величину скопления людей в различных частях здания. Эти данные могут существенно различаться для исторических зданий, которые часто используются для проведения различных мероприятий (банкетов, свадебных торжеств, концертов, лекций, конференций).

Одновременная эвакуация (общее оповещение). В исторических зданиях небольшого и среднего размера при эвакуации предполагается, что все слышат оповещение об обнаружении пожара и покидают здание. Одновременная эвакуация начинается по сигналу общего оповещения (системы пожарной сигнализации) [11].

Управляемая эвакуация (оповещение персонала). В зданиях с большим количеством посетителей, которые незнакомы с их планировкой, необходимо избегать паники, которая может возникнуть при одновременной эвакуации. В этом случае рекомендуется управляемая эвакуация, которая основана на хорошей подготовке персонала и тщательно спланированной процедуре эвакуации: при срабатывании пожарной сигнализации оповещают персонал, специально назначенные сотрудники устанавливают причину срабатывания и, если ситуация требует эвакуации из здания, оповещают всех людей, находящихся в здании [11].

Эвакуация проводится организованно, под управлением персонала, в соответствии с предварительно разработанным и регулярно апробируемым планом.

Поэтапная эвакуация (поэтапное оповещение). В больших музеях или достаточно сложных исторических зданиях можно проводить поэтапную эвакуацию [11]. Поэтапная эвакуация обладает следующими преимуществами:

- уменьшением скопления людей на путях эвакуации, в особенности на лестницах. При одновременной эвакуации всего здания люди обычно выходят на лестницы на всех этажах одновременно, что может привести к образованию заторов;

- уменьшением вероятности возникновения паники. Предупреждение об опасности при отсутствии возможности (из-за заблокированных выходов) быстро покинуть здание легко вызывает паническую реакцию, которая может усилиться при наличии узких проходов или лестниц в некоторых типах исторических зданий. Последствия такой паники могут оказаться даже губительнее последствий самого пожара.

Полная эвакуация всего здания рекомендуется только в том случае, если пожар выходит из-под контроля. В большинстве случаев достаточно эвакуировать людей из одного или нескольких пожарных отсеков.

В руководстве [11] анализируется необходимость организации реальной эвакуации в случае пожара. При проведении учебной эвакуации рассматривается наиболее опасная ситуация, при которой должны эвакуироваться все посетители и сотрудники.

1. Согласно руководству [11] тренировки проводятся с персоналом, без привлечения посетителей, так как юридических оснований для этого нет.

2. Срабатывание системы оповещения при срабатывании пожарных извещателей — обязательное требование. Передача специальных текстов для персонала предусмотрена только для больниц и дошкольных учреждений. В рассматриваемой управляемой эвакуации оповещение сначала проводят для сотрудников.

3. Возможность реализации нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны пожарного оповещения (поэтапное оповещение) предусмотрена системой оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) V типа, рекомендована СОУЭ IV типа, но окончательное решение по выбору варианта принимается проектной организацией.

Тренировки по эвакуации для лиц, осуществляющих свою деятельность на объекте, регулярно проводятся в Государственном Эрмитаже. В соответствии с Методическими рекомендациями МЧС России [12] пожарно-технической комиссией разрабатывается пакет документов, адаптированных для объекта (отдельные здания и помещения Государственного Эрмитажа):

1) годовой план-график в виде таблицы с определением дат и времени проведения учебной эвакуации, мест ее проведения, ответственных исполнителей;

2) приказ о подготовке и проведении учебной эвакуации, в котором указываются дата и время ее проведения; указываются руководитель и начальник штаба; указываются сроки предоставления для утверждения документов по подготовке и проведе-

нию занятий и учебной эвакуации; определяются мероприятия и ответственный по охране труда;

3) план проведения учебной эвакуации, который включает в себя тему, цели, состав участников и этапы эвакуации;

4) справка (акт) об итогах организации подготовки и проведения учебной эвакуации с указанием номера приказа, в соответствии с которым проводилась эвакуация, плана и этапов эвакуации, хронометража и действий всех участников эвакуации, итогов и оценки проведенной эвакуации руководителем.

Методические рекомендации [12] подготовлены УГПН МЧС России в целях совершенствования системы подготовки персонала объектов к действиям в условиях возникновения пожароопасных и иных чрезвычайных ситуаций за счет повышения роли тренировок, максимально приближенных к возможным реальным условиям; приобретения персоналом объектов устойчивых навыков, необходимых для принятия быстрых и четких решений; выполнения действий, необходимых для предупреждения опасных последствий, которые могут иметь место при возникновении пожаров и иных чрезвычайных ситуаций. В связи с этим должна проводиться тренировочная, а не учебная эвакуация при пожаре, поэтому один из эвакуационных выходов должен быть заблокирован.

5 апреля 2018 г. в здании Зимнего дворца Государственного Эрмитажа была проведена учебная эвакуация персонала и посетителей. Зимний дворец, построенный в 1754–1762 гг., представляет собой трехэтажное здание, имеющее форму каре с внутренним двором, III степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0, класса функциональной пожарной опасности Ф2.2, Ф3.1, Ф5.1, Ф5.2. Площадь, занимаемая зданием, — 36 572 м². В помещениях Зимнего дворца располагаются выставочные залы, хранилища, научные отделы, мастерские.

Отличительной особенностью данной эвакуации было то, что она проводилась в реальных условиях работы музея, а значит, к эвакуации были привлечены различные группы людей: работники музея, сотрудники сторонних организаций, расположенных в здании Зимнего дворца, сотрудники противопожарной службы, сотрудники Росгвардии и посетители музея.

В ходе тренировки по эвакуации должны быть проверены:

- взаимодействие дежурных служб и сотрудников музея с сотрудниками МЧС и Росгвардии в случае возникновения пожара;
- правильность действий по вызову пожарной охраны (он должен быть немедленным), организа-

ции спасения, эвакуации людей и обеспечению сохранности материальных и культурных ценностей при угрозе возникновения пожара;

- реальность и эффективность разработанных планов эвакуации;
- состояние систем пожарной сигнализации;
- состояние СОУЭ;
- работа автоматической разблокировки дверей эвакуационных выходов;
- возможность свободного подъезда к пожарным гидрантам;
- укомплектованность первичными средствами пожаротушения;
- укомплектованность музея медикаментами и средствами оказания первой медицинской помощи в соответствии с требованиями приказа Минздрава России от 05.03.2011 № 169н “Об утверждении требований к комплектации изделиями медицинского назначения аптек для оказания первой помощи работникам”.

Проведению тренировки предшествовало изучение плотности людских потоков в различные временные периоды.

В табл. 1 представлены сведения о ежедневном посещении музея организованными группами в зависимости от сезона. Наиболее насыщенный посетителями сезон — весенне-летний. В отдельную группу выделены периоды продолжительных выходных дней, когда количество экскурсионных групп в музее увеличивается.

Объединяющим фактором для данной категории посетителей является то, что в здании со сложной и незнакомой для них планировкой процесс эвакуации будет проходить организованно в нужном направлении, так как группу будет направлять гид, знакомый с особенностями музея.

Количество людей в группе — не более 25 чел. Продолжительность обзорной экскурсии составляет 1 ч 40 мин. Исходя из приведенных в табл. 1 данных, можно установить, что количество одновременно находящихся в музее посетителей в организованных группах составляет в среднем около 1500 чел.

В табл. 2 представлены сведения по количеству людей в музее, прошедших билетный контроль. В данной таблице учтены все посетители, посещающие музей как в организованных группах, так и самостоятельно. Сведения собирались в течение одного месяца насыщенного посетителями сезона.

Из представленных в табл. 2 сведений можно определить время, когда количество посетителей в музее наибольшее.

Количество посетителей резко увеличивается к 11 ч 30 мин. Это объясняется тем, что музей с 10 ч 30 мин открывается для одиночных посетителей.

Таблица 1. Посещение музея организованными группами (с гидом) / **Table 1.** Visit to the museum (tourist groups with guide)

Часы посещения Visiting hours	Количество групп, посещающих музей в период Group number for time period					
	Сентябрь – апрель September – April		Май – август May – August		Праздничные дни (январские, майские) Holidays (January, May)	
	1-й вход 1 st entrance	2-й вход 2 nd entrance	1-й вход 1 st entrance	2-й вход 2 nd entrance	1-й вход 1 st entrance	2-й вход 2 nd entrance
10:40		2				
10:45	5		5	5	5	5
10:50		2				
11:00	5		5		10	
11:10		2				
11:15	5		5	5	5	5
11:20		2				
11:30	5	2	5		5	
11:40		2				
11:45	5		5	5	5	5
11:50		2				
12:00	5	2	5		10	
12:10		2				
12:15	5		5	5	5	5
12:20		2				
12:30	5	2	5		5	
12:40		2				
12:45	5		5	5	5	5
12:50		2				
13:00	5	2	5		10	
13:10		2				
13:15	5		5	5	5	5
13:20		2				
13:30	5	2	5		5	
13:40		2				
13:45	5		5	5	5	5
13:50		2				
14:00	5	2	5		10	
14:10		2				
14:15	5		5	5	5	5
14:20		2				
14:30	5	2	5		5	
14:40		2				
14:45	5		5	5	5	5
14:50		2				
15:00	5	2	5		10	
15:10		2				
15:15	5		5	5	5	5
15:20		2				
15:30	5	2	5		5	
15:40		2				
15:45	5		5	5	5	5
15:50		2				
16:00	5	2	5		10	
16:10		2				
16:15	5		5	5	5	5
ИТОГО TOTAL	115	68	115	60	145	60
	183		175		205	

Исходя из анализа количества посетителей в различные периоды времени, было принято решение начать учебную тренировку по эвакуации в 11 часов в день бесплатного посещения музея. К моменту срабатывания системы оповещения в Зимнем дворце находилось 1800 посетителей, прошедших билетный контроль. С учетом наличия среди посетителей иностранных граждан оповещение в музее проводится на русском, английском и французском языках.

К проведению учебной тренировки привлекались статисты, которые были расставлены у эвакуационных выходов для фиксации количества эвакуированных людей и времени эвакуации.

Согласно планам эвакуации в здании Зимнего дворца для посетителей имеется 6 выходов непосредственно наружу, отвечающих требованиям пожарной безопасности. Кроме того, имеются выходы из служебных помещений для сотрудников, а также четыре перехода в другое здание (один — на первом этаже и три — на втором) (см. рис. 1–3).

В табл. 3 сведены данные по количеству людей, прошедших через эвакуационные выходы, и времени эвакуации.

Число эвакуированных людей в сумме составляет 1410 чел. Остальные посетители в количестве 390 чел. к моменту срабатывания системы оповещения перешли в другое здание музея.

Результаты и обсуждение

Для Зимнего дворца в 2012 г. специалистами Санкт-Петербургского филиала ФГБУ ВНИИПО был выполнен расчет индивидуального пожарного риска. При проведении расчета рассматривались две аварийные ситуации. В результате первой ситуации происходило блокирование лестниц № 1 и 2 и выходов из правой части Зимнего дворца № 1–4, в результате второй — блокирование лестниц № 3–5 и эвакуационных выходов из левой части Зимнего дворца № 1, 2, 5 и 6.

Одной из целей учебной тренировки было определение реального времени эвакуации посетителей из здания Зимнего дворца в условиях работы музея. Опасными факторами пожара условно был блокирован эвакуационный выход для сотрудников музея № 7, расположенный в правой части Зимнего дворца. Максимальное время эвакуации непосредственно наружу из здания составило 6 мин 37 с. Согласно расчетам по первой аварийной ситуации минимальное время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП составило: для выходов № 1 и 2 — 8 мин 6 с, № 3 — 5 мин 36 с, № 4 — более 10 мин.

Проведение тренировки по эвакуации в реальных условиях позволило проследить поведение раз-

Таблица 2. Количество посетителей, прошедших билетный контроль в Зимнем дворце в течение месяца

Table 2. Visitor number at ticket inspection in Winter Palace during the month

День месяца Day of the month	Количество посетителей, чел., в интервалы времени / Visitor number at time periods											
	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17	17–18	18–19	19–20	20–21
1.07. Суббота / Saturday	660	2223	2334	2464	2497	2450	2768	2224	41	11	114	
2.07. Воскресенье / Sunday	1393	2222	3098	2354	2388	3180	2524	1716	66			
4.07. Вторник / Tuesday	1225	2274	3413	2485	2633	3020	3354	1944	40	40		
5.07. Среда / Wednesday	554	2077	2705	2581	2235	2240	3008	2221	1615	1137	893	74
6.07. Четверг / Thursday	341	1686	2546	2041	2311	2579	2208	2937	306	70	48	
7.07. Пятница / Friday	826	1399	2843	2083	1879	2081	2750	2218	1111	904	323	63
8.07. Суббота / Saturday	865	2170	2823	2057	2307	2474	2681	1445	68	56	89	292
9.07. Воскресенье / Sunday	1230	1816	2915	2358	2224	3176	2379	2038	17	27	115	
11.07. Вторник / Tuesday	1200	3151	3297	3141	2328	2889	3009	1996	54	41		
12.07. Среда / Wednesday	1204	2332	3754	2454	2564	2730	2813	2736	1840	1501	931	111
13.07. Четверг / Thursday	1246	1646	2940	1751	2024	2329	2042	1853	20	7	67	
14.07. Пятница / Friday	742	1776	2683	2288	2249	2271	2615	2118	1368	969	696	10
15.07. Суббота / Saturday	886	2056	2623	2178	2125	2286	2681	1437	26	44		
16.07. Воскресенье / Sunday	1130	1808	3026	1874	1874	2278	2853	1513	114			
18.07. Вторник / Tuesday	810	1882	3491	2873	2492	2977	3364	2624	152	67		
19.07. Среда / Wednesday	680	1541	3019	2298	1872	2094	2317	2323	1731	2047	704	81
20.07. Четверг / Thursday	196	1520	3012	2628	2432	3136	2695	2035	76			
21.07. Пятница / Friday	451	1302	2437	2138	1873	2068	2075	2003	1082	1064	660	37
22.07. Суббота / Saturday	1641	2419	3369	2095	2466	2609	2804	1891	20	19	155	80
23.07. Воскресенье / Sunday	1035	2157	2737	2271	2596	2721	2746	1872	192			
25.07. Вторник / Tuesday	1193	2072	3445	2817	2852	3105	3500	2528	223	44		
26.07. Среда / Wednesday	937	1817	3286	2477	2102	2832	2749	2190	1305	1574	1168	94
27.07. Четверг / Thursday	744	1388	2325	1966	1747	1878	2380	963	59	2	58	
28.07. Пятница / Friday	199	1130	2588	2135	1457	1576	2108	1442	758	1074	178	4
29.07. Суббота / Saturday	566	1276	2767	2385	2025	2019	2100	1510	30	30		
30.07. Воскресенье / Sunday	550	1514	2796	2347	1700	2041	2386	919	57	29	83	
ИТОГО / TOTAL	23162	48960	76527	61122	57361	65110	68986	50696	12371	10757	5882	846

Таблица 3. Число посетителей и время эвакуации

Table 3. Number of people and evacuation time

Номер эвакуационного выхода Exit number	Время эвакуации, мин:с Evacuation time, min:sec	Число эвакуированных посетителей, чел. Evacuating people
1	6:00	580
2	4:01	325
3	6:10	124
4	6:37	223
5	3:03	40
6	2:30	118

личных категорий посетителей, их эмоциональную и поведенческую реакцию, проверить соответствие реального времени эвакуации нормативному, установленному СП 118.13330.2012*, а также расчетному времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей опасными факторами пожара, приведенному в расчетах пожарного риска для здания Зимнего дворца.

Необходимо отметить, что эвакуация посетителей проводилась в хорошо освещенных помещениях, в условиях отсутствия ОФП и других факторов, которые могут неблагоприятно повлиять на человека. В этих условиях посетители музея не проявляли

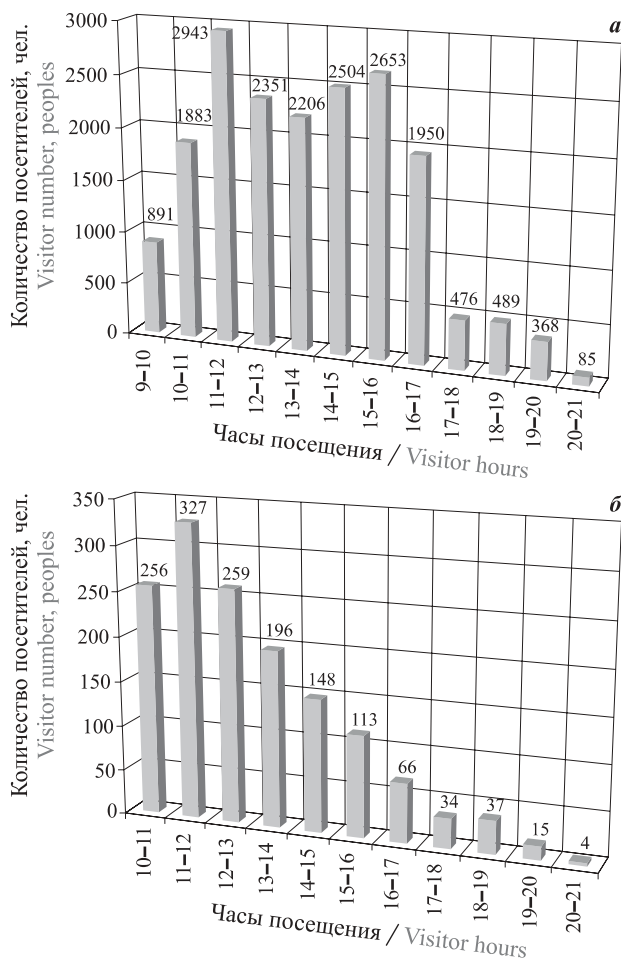


Рис. 5. Посещаемость Зимнего дворца (а) и Малого Эрмитажа (б) в разное время суток (июнь 2017 г.)

Fig. 5. Visitor number in Winter Palace (a) and Small Hermitage (b) depending on time of day (June 2017)

панических настроений. Из-за сложности планировки здания, наличия различных проходов и галерей основная трудность, с которой столкнулись посетители, — пройти коротким путем к ближайшему выходу. Справиться с этим помогли обученные сотрудники службы безопасности музея и наличие знаков СОУЭ, расположенных на путях к выходам. В результате фактическое время эвакуации посетителей из здания музея практически не превысило нормативное и расчетное.

Следует учитывать, что в реальных условиях при воздействии ОФП, в темное время суток, при наличии неоднозначной планировки, а также сложных участков (лестниц с количеством ступеней в одном марше более 16) на путях эвакуации вероятность возникновения паники у посетителей очень велика, а это может повлиять на время эвакуации. Неоднородность состава групп посетителей в такой ситуации тоже приводит к снижению скорости движения потока. Для правильной оценки времени эвакуации необходимо знать число людей в здании в зависимости от времени года, суток и т. п. Для вы-

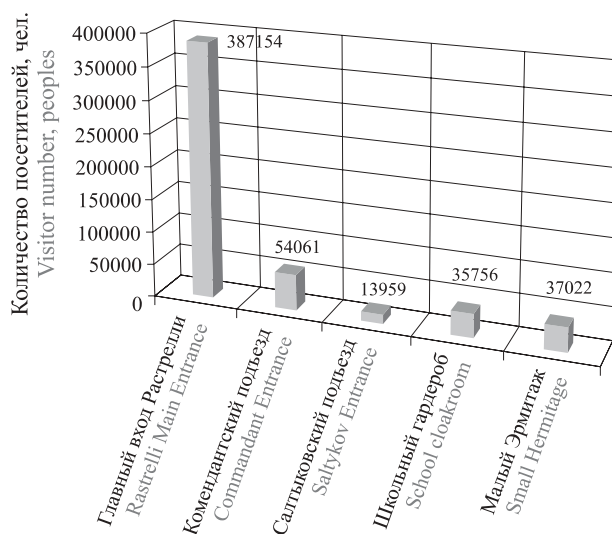


Рис. 6. Посещаемость музеев с распределением числа посетителей по входам (июнь 2017 г.)

Fig. 6. Visitor number distributing by entrances (June 2017)

полнения данной задачи необходимо проводить изучение движения и моделирование людских потоков при эвакуации из зданий [13–23].

Кроме того, для правильной оценки времени эвакуации необходимо учитывать исторически сложившиеся архитектурные особенности музея:

- наличие входов в музей в зданиях Малого Эрмитажа и Большого Эрмитажа;
- соединение всех зданий между собой галереями и переходами, не имеющими противопожарных преград.

Данная особенность музея позволяет посетителям беспрепятственно перемещаться между зданиями музея, однако это затрудняет учет количества посетителей в одном конкретном здании.

Важно проанализировать периоды, в которые возможно массовое скопление на объекте людей (например, летом, в дни школьных каникул, государственных праздников, при проведении выставок и т. п.), в особенности детей различного возраста. Для такого анализа может быть использована статистика посещения музеев (рис. 5 и 6).

На основании результатов такого анализа предусматривается усиление мероприятий по обеспечению безопасности и увеличение численности сотрудников государственной противопожарной службы и волонтеров, прошедших специальную подготовку в сфере пожарной безопасности.

Аналогичный анализ необходимо провести для маломобильных групп населения и иностранцев.

Выводы

Анализируя итоги тренировки по эвакуации, можно выделить следующие направления дальнейших исследований:

1) совершенствование методики определения индивидуального пожарного риска для объектов культурного наследия с учетом исследования особенностей процесса тренировки по эвакуации и охранного статуса объекта;

2) рассмотрение возможности включения в методику элементов вероятностного подхода к определению расчетных величин индивидуального пожарного риска, используемого в ряде международных нормативных документов;

3) для проведения анализа типовых вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений для объектов культурного наследия введение классификации их элементов, являющихся предме-

том охраны, и разработка на ее основе возможных типовых систем противопожарной защиты;

4) отдельный анализ:

- различных групп людей (социальных, возрастных), в том числе детей различного возраста, иностранцев, а также категорий маломобильных людей, испытывающих затруднения при самостоятельном передвижении;
- допустимого количества посетителей для одномоментного пребывания во всем комплексе зданий с учетом наличия эвакуационных выходов в музее.

Для такого анализа могут быть использованы статистические данные по посещению музеев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луков А. В., Владимирова И. Л., Холщевников В. В. Комплексная оценка зданий-памятников истории и культуры на рынке недвижимости. — М. : АСВ, 2006. — 344 с.
2. Присаdkов В. И., Еремина Т. Ю., Богданов А. В., Сушкова О. В., Тихонова Н. В. Требуемый уровень пожарной безопасности музеев — объектов культурного наследия // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 4. — С. 42–49. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.04.42-49.
3. Еремина Т. Ю., Юг А. Некоторые аспекты основ подготовки методических рекомендаций по организации учебной эвакуации детей различного возраста // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 4. — С. 6–12. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.04.6-12.
4. Беляев С. В. Эвакуация зданий массового назначения. — М. : Всесоюзная академия архитектуры, 1938. — 72 с.
5. Милинский А. И. Исследование процесса эвакуации зданий массового назначения : дис. ... канд. техн. наук. — М., 1951. — 178 с.
6. Предтеченский В. М., Милинский А. И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков. — М. : Стройиздат, 1979. — 374 с.
7. Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов : дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1983. — 442 с.
8. 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. — М., 1985.
9. Самошин Д. А. Методологические основы нормирования безопасной эвакуации людей из зданий при пожаре : дис. ... д-ра техн. наук — М., 2017. — 357 с.
10. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 (ред. от 02.12.2015). URL: <http://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 10.12.2018).
11. Fire protection in historical buildings and museums. Detection, alarming, evacuation, extinguishing. Siemens Switzerland Ltd., Building Technology Division, 2015.
12. Организация тренировок по эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре и иных чрезвычайных ситуациях : методические рекомендации; утв. МЧС РФ 04.09.2007 № 1-4-60-10-19. URL: docs.cntd.ru/document/499005837 (дата обращения: 10.12.2018).
13. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Григорьева М. П. Анализ основных пожарных рисков в странах мира и в России // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2017. — Т. 26, № 2. — С. 72–80. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.02.72-80.
14. Слюсарев С. В., Самошин Д. А. Параметры движения маломобильных детей для определения расчетного времени эвакуации из зданий с их массовым пребыванием // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2016. — Т. 25, № 4. — С. 43–55. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.04.43-55.
15. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. Международная пожарная статистика Международной ассоциации пожарно-спасательных служб // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. — 2016. — № 1(18). — С. 71–103.

16. Thompson P., Nilsson D., Boyce K., McGrath D. Evacuation models are running out of time // Fire Safety Journal. — 2015. — Vol. 78. — P. 251–261. DOI: 10.1016/j.firesaf.2015.09.004.
17. Brunner J., Lewis D. Safe evacuation for students with disabilities // Principal Leadership. — 2004. — No. 5(4). — P. 65–66.
18. Hoffmann N., Steenbakkens P. Human touch // Fire Prevention Magazine and Fire Engineers Journal. — 2005. — No. 65(253). — P. 18–19.
19. Thompson P. A., Marchant E. W. A computer model for the evacuation of large building populations // Fire Safety Journal. — 1995. — Vol. 24, Issue 2. — P. 131–148. DOI: 10.1016/0379-7112(95)00019-p.
20. Proulx G. A stress model for people facing a fire // Journal of Environmental Psychology. — 1993. — Vol. 13, Issue 2. — P. 137–147. DOI: 10.1016/s0272-4944(05)80146-x.
21. Heliövaara S. Computational models for human behavior in fire evacuations. Math. Sci. Thesis. — Helsinki : Helsinki University of Technology, 2007.
22. Yoon Thomas. Fire evacuation drill with a difference. URL: <http://www.articlesfactory.com/articles/technology/fire-evacuation-drill-with-a-difference.html> (дата обращения: 10.12.2018).
23. Hill Bryan. Creating an effective fire evacuation plan. URL: <http://www.articlesfactory.com/articles/business/creating-an-effective-fire-evacuation-plan.html> (дата обращения: 10.12.2018).

REFERENCES

1. A. V. Lukov, I. L. Vladimirova, V. V. Kholshchevnikov. *Kompleksnaya otsenka zdaniy-pamyatnikov istorii i kultury na rynke nedvizhimosti* [Comprehensive assessment of buildings, monuments of history and culture in the real estate market]. Moscow, ASV Publ., 2006. 344 p. (in Russian).
2. V. I. Prisdakov, T. Yu. Eremina, A. V. Bogdanov, O. V. Sushkova, N. V. Tikhonova. Required fire safety level for museums — cultural heritage objects. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 4, pp. 42–49 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.04.42-49.
3. T. Yu. Eremina, A. Jug. Some aspects of evaluation guidelines on evacuation training for variously-aged children. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 4, pp. 6–12 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2018.27.04.6-12.
4. S. V. Belyaev. *Evakuatsiya zdaniy massovogo naznacheniya* [Evacuation of buildings for mass assignment]. Moscow, All-Union Academy of Architecture Publ., 1938. 72 p. (in Russian).
5. A. I. Milinskiy. *Investigation of the process of evacuation of buildings of mass assignment*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, 1951. 178 p. (in Russian).
6. V. M. Predtechenskiy, A. I. Milinskiy. *Proyektirovaniye zdaniy s uchetom organizatsii dvizheniya lyudskikh potokov* [Building design with regard to people stream movement]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1979. 374 p. (in Russian).
7. V. V. Kholshchevnikov. *Human flows in buildings, structures and on adjoining territories*. Dr. tech. sci. diss. Moscow, 1983. 442 p. (in Russian).
8. S. A. Nikonov. *Development of activities for organization of evacuation in case of fire in buildings with a massive stay of people, based on human traffic simulation*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, 1985 (in Russian).
9. D. A. Samoshin. *Methodological basis of regulation of safe evacuation of people from buildings in case of fire*. Dr. tech. sci. diss. Moscow, 2017. 357 p. (in Russian).
10. *Procedure for fire risk determining in buildings and structures of different fire danger*. Order of Emercom of Russian on 30 June 2009 No. 382 (ed. on 2 December 2015) (in Russian). Available at: <http://base.garant.ru/12169057/> (Accessed 10 December 2018).
11. *Fire protection in historical buildings and museums. Detection, alarming, evacuation, extinguishing*. Siemens Switzerland Ltd., Building Technology Division, 2015.
12. *Organization of fire and other emergency evacuation training for personnel of enterprises and institutions. Guidelines* (in Russian). Available at: docs.cntd.ru/document/499005837 (Accessed 10 December 2018).
13. N. N. Brushlinskiy, S. V. Sokolov, M. P. Grigoryeva. Major fire risks analysis in the countries of the world and in Russia. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 2, pp. 72–80. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.02.72-80.
14. S. V. Slyusarev, D. A. Samoshin. Parameters of the movement children with limited mobility for definition of an evacuation time estimate from buildings with their mass stay. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 4, pp. 43–55. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.04.43-55.

15. N. N. Brushlinskij, S. V. Sokolov. International fire statistics the International Association of Fire and Rescue Services. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii / Bulletin of Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia*, 2016, no. 1(18), pp. 71–103 (in Russian).
16. P. Thompson, D. Nilsson, K. Boyce, D. McGrath. Evacuation models are running out of time. *Fire Safety Journal*, 2015, vol. 78, pp. 251–261. DOI: 10.1016/j.firesaf.2015.09.004.
17. J. Brunner, D. Lewis. Safe evacuation for students with disabilities. *Principal Leadership*, 2004, no. 5(4), pp. 65–66.
18. N. Hoffmann, P. Steenbakkens. Human touch. *Fire Prevention Magazine and Fire Engineers Journal*, 2005, no. 65(253), pp. 18–19.
19. P. A. Thompson, E. W. Marchant. A computer model for the evacuation of large building populations. *Fire Safety Journal*, 1995, vol. 24, issue 2, pp. 131–148. DOI: 10.1016/0379-7112(95)00019-p.
20. G. Proulx. A stress model for people facing a fire. *Journal of Environmental Psychology*, 1993, vol. 13, issue 2, pp. 137–147. DOI: 10.1016/s0272-4944(05)80146-x.
21. S. Heliövaara. *Computational models for human behavior in fire evacuations*. Math. Sci. Thesis. Helsinki, Helsinki University of Technology, 2007.
22. Thomas Yoon. *Fire evacuation drill with a difference*. Available at: <http://www.articlesfactory.com/articles/technology/fire-evacuation-drill-with-a-difference.html> (Accessed 10 December 2018).
23. Bryan Hill. *Creating an effective fire evacuation plan*. Available at: <http://www.articlesfactory.com/articles/business/creating-an-effective-fire-evacuation-plan.html> (Accessed 10 December 2018).

*Материал поступил в редакцию 18 мая 2018 г.
Received May 18, 2018*

Информация об авторах

ЕРЕМИНА Татьяна Юрьевна, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории испытаний строительных материалов, конструкций и огнезащитных составов, Институт комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: main@stopfire.ru

БОГДАНОВ Алексей Валентинович, канд. техн. наук, доцент, заместитель генерального директора по эксплуатации, Государственный Эрмитаж, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: bogdanov@hermitage.ru

СУШКОВА Ольга Владимировна, начальник сектора пожарной безопасности, Государственный Эрмитаж, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: sushkova@hermitage.ru

ЮГ Алеш, доцент Беккер Колледж, Ворчестер, Массачусетс, США; председатель рабочей комиссии по предотвращению пожаров CTIF (Международная ассоциация пожарных и спасателей) (<http://www.ctif.org/index.php/commissions-and-groups/fire-prevention>); президент комиссии по предотвращению пожаров Ассоциации пожарных Словении; д-р техн. наук, факультет мореходства и транспорта, Университет Любляны, Порторож, Любляна, Словения

Information about the authors

Tatyana Yu. EREMINA, Doctor of Technical Sciences, Professor, Senior Researcher of Testing Laboratory for Materials, Constructions and Fire-Proof Compositions, Institute of Integrated Safety and Security in Building Industry, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation; e-mail: main@stopfire.ru

Alexey V. BOGDANOV, Deputy Director General on Operations, The State Hermitage Museum, Saint Petersburg, Russian Federation; e-mail: bogdanov@hermitage.ru

Olga V. SUSHKOVA, Head of Fire Safety Department, The State Hermitage Museum, Saint Petersburg, Russian Federation; e-mail: sushkova@hermitage.ru

Ales JUG, Associate Professor, Becker College, Worcester, Massachusetts, USA; Chairman of Working Committee on Fire Prevention CTIF (International Association of Firefighters and Rescuers) (<http://www.ctif.org/index.php/commissions-and-groups/fire-prevention>); President of Fire Prevention Commission of Association of Firefighters of Slovenia; Doctor of Technical Sciences, Faculty of Navigation and Transport, University of Lyublyana, Portoroz, Lyublyana, Slovenia