

Раздел 3. Экологическая безопасность

УДК 614.842

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВАКУАЦИИ ИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ С ЦЕНТРИЧЕСКОЙ ПЛАНИРОВКОЙ

Матвеев В.А.¹, Ничкова Л.А.²

^{1,2} Политехнический институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: ¹matveev.vladimir0@mail.ru; ²nichkova@sevsu.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме обеспечения безопасной эвакуации людей из исторических зданий с центрической планировкой, в частности двухэтажных храмов, являющихся объектами культурного наследия. Предложена система мероприятий для объекта исследования Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря» включающую противопожарную защиту, автоматические системы оповещения, противодымную вентиляцию и огнезащитную обработку материалов, которая позволяет увеличить допустимое количество людей. На основе расчетов индивидуального пожарного риска подтверждается эффективность предложенных мер.

Ключевые слова: безопасная эвакуация, центрическая планировка, объекты культурного наследия, противопожарная защита, пожарный риск.

ВВЕДЕНИЕ

Планировочные решения гражданских зданий очень разнообразны, так как отражают различные функциональные процессы, про-исходящие в определенных условиях. Центрическая планировка зданий характеризуется наличием главного помещения, вокруг которого располагаются вспомогательные комнаты. Эта схема часто используется в архитектуре для создания гармоничного и функционального пространства, исключая коридоры и обеспечивая удобный доступ ко всем частям здания. Примерами этой схемы могут быть следующие здания: театры, кинотеатры, концертные залы, церкви, соборы [11].

Исторические здания с центрической планировкой, такие как храмы, соборы и монастыри, представляют собой уникальные архитектурные объекты, которые сочетают в себе культурную ценность и сложные задачи обеспечения безопасности. Одной из ключевых проблем их эксплуатации является обеспечение пожарной безопасности, в частности, организация безопасной эвакуации людей в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Особую сложность представляют здания, такие как двухэтажные храмы, так как зачастую данные здания являются объектами с массовым пребыванием людей, и во время праздников и богослужений количество людей увеличивается до 200%. Это, в свою очередь, может привести к образованию заторов и давки на путях эвакуации во время пожара, так как в методике по определению расчета пожарного риска не учитывается кратное увеличение количества посетителей. Также, в пособии по проектированию и строительству храмов, при количестве молящихся до 300 человек допускается использовать один эвакуационный выход [1;3-5]. В тоже время в СП 258.1311500.2016, п. 4.2.7 определено, что помещение должно иметь не менее двух эвакуационных выходов, если суммарное количество людей, находящихся в нем и примыкающих помещениях (с эвакуационным выходом только через это помещение), составляет 50 и более человек [10].

Согласно СП 1.13130.2020 и ФЗ-123, для зданий с массовым пребыванием людей обязательны:

- не менее двух эвакуационных выходов;
- ширина путей эвакуации от 1,2 м.;
- огнестойкость конструкций не ниже EI 45.

Для объектов культурного наследия, согласно СП 388.1311500.2018, допускаются отступления при условии: проведения расчета пожарного риска, компенсации дополнительными мерами (например, системами оповещения 3-го типа).

В данной статье рассматриваются основные принципы и методы обеспечения безопасной эвакуации из исторических зданий с центрической планировкой, анализируются особенности проектных решений на примере Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря», а также предлагаются рекомендации по улучшению эвакуационных систем в подобных сооружениях.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ И МЕТОДОВ

Вопрос обеспечения безопасной эвакуации в исторических зданиях частично рассматривается в трудах В.И. Присадкова, С.В. Муслаковой, Д.В. Ушакова, А.А. Абашкина. В их работах значительное внимание уделяется разработке предложений в нормативные документы для двухэтажных храмов с одним входом, а также рассматривается соответствие двухэтажного храма требованиям нормативной документации. Авторы выполняли расчет индивидуального пожарного риска для верхнего храма по Методике определения расчетных величин пожарного риска с количеством посетителей 100 человек. В их трудах эвакуация посетителей из нижнего храма не рассматривается, как и не рассматриваются мероприятия по повышению пожарной безопасности в нижнем храме.

Таким образом вопрос обеспечения эвакуации из исторических зданий с центрической планировкой является актуальным, так как требует рассмотрения эвакуации посетителей со всего здания, ведь на пути эвакуации со второго на первый этаж могут находиться предметы охраны (исторические двери, винтовые лестницы, лестницы с шириной и высотой ступени не соответствующие нормативным).

Для определения безопасной эвакуации посетителей, расчеты проводились согласно Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. В соответствии с п. 10 методики [3] при расчете рассматриваются сценарии пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей. В данной работе рассматривались три варианта пожаров. В качестве сценариев рассмотрены сценарии, характеризующиеся наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и наиболее высокой динамикой нарастания опасных факторов пожара: пожар на первом этаже в Христорождественской церкви; пожар на межэтаже; пожар на втором этаже в Успенской церкви. Проведение расчета динамики развития опасных факторов пожара по полевой модели осуществлялось при помощи программного кода FDS-6.9.1 в оболочке PyroSim 2024.1.0702. Для проведения расчета безопасной эвакуации людей из здания использовалось программное обеспечение Pathfinder 2024.1.0813.

ЦЕЛЬ И ПОССТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы является изучение вопроса обеспечения безопасной эвакуации людей из исторических зданий с центрической планировкой на примере Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря». По результатам которого необходимо разработать комплекс мероприятий, направленных на повышение пожарной безопасности и соответствие нормативным требованиям.

На основании цели исследования были определены следующие задачи:

- проанализировать нормативные требования и особенности пожарной безопасности для исторических зданий с центрической планировкой;
- изучить планировочные решения и эвакуационные пути Успенского собора, выявить отступления от современных нормативов;
- разработать комплекс методов, направленных на приспособление объекта культурного наследия для современного использования;
- провести расчет индивидуального пожарного риска для подтверждения соответствия объекта требованиям нормативной документации;
- разработать рекомендации для обеспечения безопасной эвакуации людей из исторических зданий с центрической планировкой.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Центрическая планировка исторических зданий, особенно религиозного назначения, характеризуется следующими особенностями:

- композиционная организация пространства вокруг центральной оси или доминанты (алтаря, купола);
- многосветные пространства с высокими сводами и сложной объемно-планировочной структурой;
- ограниченное количество эвакуационных выходов, часто расположенных несимметрично;
- наличие узких лестниц и переходов, не соответствующих современным нормативам;

– использование горючих материалов в конструкциях (деревянные перекрытия, стропильные системы).

Центрическая планировка, характерная для храмов, музеев и других исторических зданий, создает уникальные вызовы для организации эвакуации: ограниченное количество выходов, ведь часто выходы сосредоточены вокруг центрального пространства, что может привести к скоплению людей; наличие куполов, арок и винтовых лестниц усложняет маршруты эвакуации; исторические существующие материалы увеличивают пожарную нагрузку.

Согласно Федеральному закону №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», безопасность людей при пожаре должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения воздействия опасных факторов пожара;
- эвакуации людей в безопасную зону до наступления критических значений опасных факторов;
- защиты людей на путях эвакуации [2].

Для исторических зданий применяется особый подход, закрепленный в СП 388.1311500.2018 «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности». Ключевые положения:

- сохранение предмета охраны имеет приоритет над строгим соблюдением современных нормативов;
- допускаются отступления от требований к эвакуационным путям и выходам при условии компенсации дополнительными мерами безопасности;
- обязательное проведение расчета пожарного риска для обоснования принятых решений [8].

Успенский собор «Ансамбль Далматовского монастыря» – одно из самых грандиозных каменных сооружений Урала и Сибири, первый на этих землях 2–этажный храм. Нижний храм Рождества Христова – 4–столпный, 2–светный, с 3–частным алтарем и полуциркульными в плане апсидами. С запада к нему примыкает одностолпная трапезная, расширенная к югу, еще западнее – паперть. С севера к основному объему нижнего храма пристроен придел св. Димитрия Прилуцкого с полуциркульной апсидой и трапезной, узкая зап. паперть придела соединена проходом с северной стеной трапезной храма Рождества Христова на рисунке 1а.

Верхняя Успенская церковь размещена точно над нижней, ее небольшая 5–гранная апсида – над западной частью алтаря нижнего храма, с которым она соединяется внутристенной лестницей на рисунке 1б.

В здании высота эвакуационных выходов в свету составляет не менее 1,9 м. В помещениях без постоянного пребывания людей, а также в помещениях с одиночными рабочими местами, эвакуационные выходы высотой не менее 1,8 м. Ширина эвакуационных выходов не менее 0,8 м. Согласно п.4.2.19 СП 1.13130.2020: «из технических помещений и кладовых площадью не более 20 кв.м. ширина эвакуационных выходов не менее 0,6 м». Двери эвакуационных выходов из помещений и здания, как правило, открываются по ходу эвакуации. Кроме этого, для рассматриваемого здания, являющегося памятником архитектуры согласно СП 1.13130.2020, не изменяется направление открывания дверей, являющихся предметом охраны, часть дверей на путях эвакуации открывается не по ходу движения потока [9].

В случае Успенского собора имеются также следующие отступления от нормативов СП 1.13130.2020:

- ширина эвакуационных выходов менее 1,2 м (вместо требуемых для зальных помещений);
- неравномерное расположение эвакуационных выходов;
- использование винтовых и открытых лестниц для эвакуации;
- отсутствие противодымной защиты в традиционном исполнении.

Эти особенности создают значительные сложности при организации безопасной эвакуации, требуя индивидуальных решений для каждого объекта.

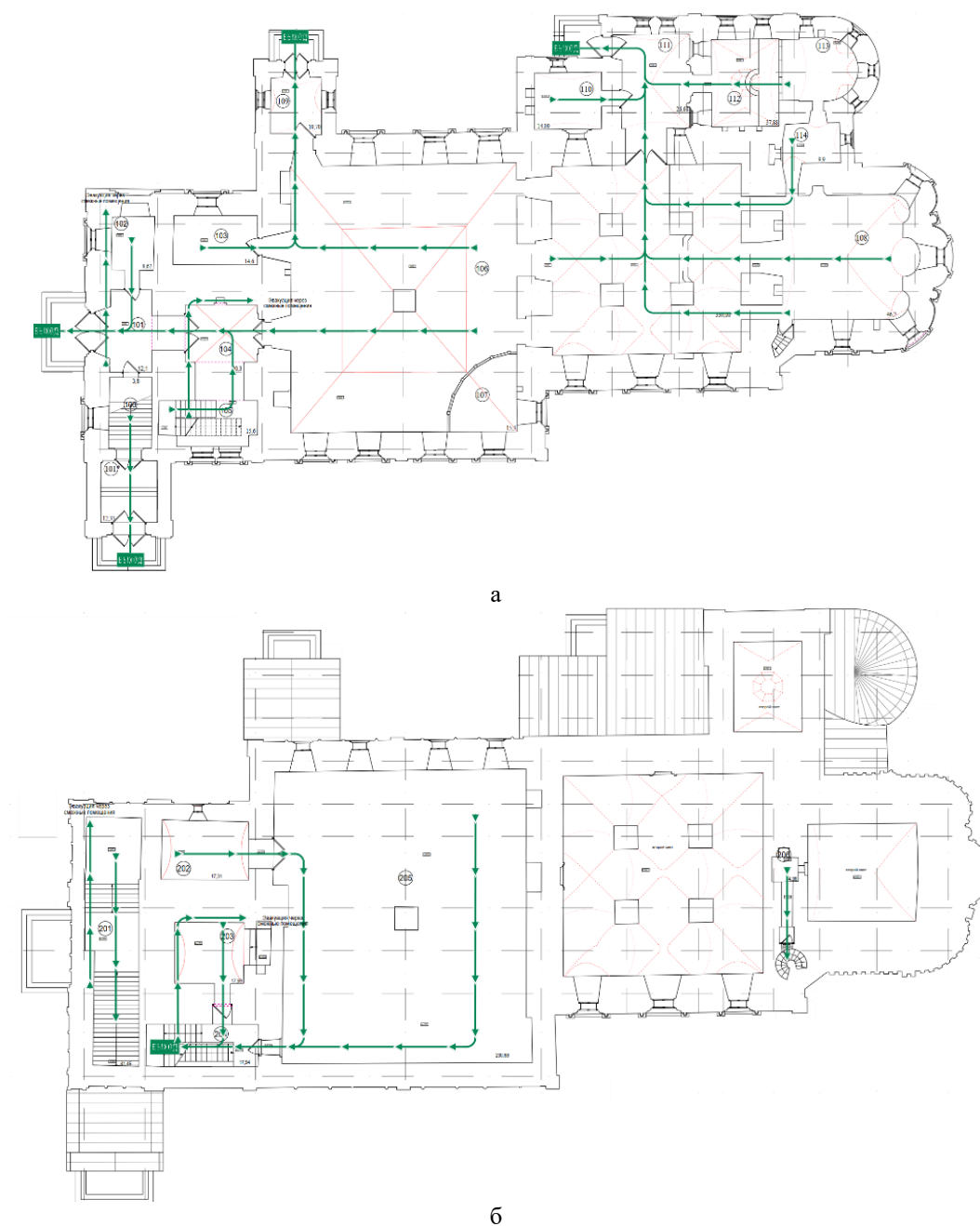


Рис. 1. Схемы эвакуации посетителей из Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря»:
а – схема эвакуации посетителей с 1-го этажа; б – схема эвакуации посетителей со 2-го этажа.

Успенский собор представляет собой сложный комплекс помещений, включающий: Христорождественскую церковь (на 1 этаже); Успенскую церковь (на 2 этаже); приделы и ризницы; колокольню с несколькими ярусами; систему лестниц (большая, малая и винтовая).

Принятые в период строительства здания архитектурные, планировочные и интерьерные решения, которые необходимо сохранить, не в полной мере отвечают современным требованиям пожарной безопасности не только в части исполнения путей эвакуации. Согласно методическим рекомендациям, для музеев и фондохранилищ, при невыполнении отдельных требований нормативных документов в целях подтверждения обеспечения пожарной безопасности, рекомендуется проводить расчет пожарного риска [6]. В данной статье проводился расчет пожарного риска с учетом предложенных мероприятий по приспособлению объектов Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря» к требованиям нормативной документации по пожарной безопасности.

Для расчета пожарного риска рассмотрим организацию эвакуации на объекте по следующим

принципам, представленным в таблице 1.

Таблица 1. Принципы организации эвакуации при пожаре в Успенском соборе
«Ансамбль Далматовского монастыря»

Этаж	Основные пути эвакуации
1 этаж	– два основных эвакуационных выхода через тамбуры; – дополнительный выход через объем трапезной; – ширина выходов менее нормативной (0,8-1,0 м вместо 1,2 м)
межэтаж	– эвакуация по открытой малой лестнице; – винтовая лестница
2 этаж	– эвакуация по открытым лестницам – частичное использование винтовой лестницы – системы противопожарной защиты

Анализируя основные пути эвакуации из здания, представленные в таблице 1, было предложено для компенсации отступлений в планировочных решениях предусмотреть: адресно-аналоговую систему пожарной сигнализации с датчиками во всех помещениях (кроме технических); систему оповещения 3-го типа с речевыми и световыми оповещателями; огнезащитную обработку деревянных конструкций (I группа эффективности); ограничить пожарную нагрузку (особый режим использования открытого огня) [6].

Для обоснования принятых решений выполнен расчет пожарного риска, на основании которого можно сделать следующие выводы:

1. Время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара превышает расчетное время эвакуации.
2. Индивидуальный пожарный риск не превышает допустимых значений (10^{-6} в год).
3. Вероятность эвакуации людей соответствует требованиям.

Расчет выполнялся для трех сценариев развития пожара с учетом реальной геометрии помещений и характеристик горючих материалов.

По результатам расчета было определено время эвакуации в основных контрольных точках на путях эвакуации, результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Время эвакуации в контрольных точках путей эвакуации

Контрольная точка	Расположение на местности	Время эвакуации $t_{нз}+t_p$, сек	Количество человек	$0.8 \cdot T_{бл}$, сек	Поведение для остальных помещений	Поведение для помещения пожара
1	2	3	4	5	6	7
Точка №1	Дверной проем помещение «Христорождественская церковь» - помещение «Западная паперть»	236,30	267	287,83	200,2 (0,999)	236,4 (0,999)
Точка №2	Дверной проем помещение «Тамбур» боковой выход	272,70	221	282,38	227,4 (0,999)	272,8 (0,999)
Точка №3	Дверной проем помещение «Западная паперть» - Главный вход	399,80	412	>400	399,93 (0,999)	268,5 (0,999)

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5	6	7
Точка №4	Дверной проем помещение «Трапезная Дмитровского предела»	139,80	46	>400	139,9 (0,999)	–
Точка №5	Дверной проем выход на лестницу 2-го типа	323,80	399	>400	323,83 (0,999)	–
Вероятность эвакуации, P_e					0,999	0,999

Таким образом, на основании данных, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что время скопления людского потока на путях эвакуации составило 3,64 минуты, а вероятность эвакуации по заданным условиям составляет 0,999. Уровень безопасности эвакуации людей в случае пожара отвечает требуемым нормам.

На основе анализа проекта Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря» можно сформулировать следующие методические подходы к обеспечению безопасной эвакуации из исторических зданий:

- **Комплексная оценка пожарного риска** (анализ всех возможных сценариев развития пожара; моделирование распространения опасных факторов; расчет времени эвакуации с учетом реальной мобильности людей);
- **Компенсационные меры безопасности** при отступлении от требований нормативной документации (применение адресных систем, речевые системы оповещения 3-го типа и выше, ограничение пожарной нагрузки);
- **Адаптация эвакуационных путей** (фотолюминесцентная разметка на путях эвакуации; организация зон безопасности на маршрутах эвакуации);
- **Организационные мероприятия** при эксплуатации объектов (разработка специальных инструкций для персонала; регулярные тренировки по эвакуации; контроль за соблюдением противопожарного режима).

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены существующие нормативные требования к путям эвакуации объектов с массовым пребыванием людей центрικής планировки.
2. На примере Успенского собора «Ансамбль Далматовского монастыря» рассмотрено современное состояние путей эвакуации здания, предложены компенсационные мероприятия организации эвакуации посетителей при пожаре, проведен расчет пожарного риска, подтверждающий соответствие объекта нормативным требованиям.
3. На основании расчета для объектов с центрικής планировкой сформулированы методические подходы к обеспечению безопасной эвакуации

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данное исследование можно расширить и разработать нормативные требования для адаптации исторических зданий к современным нормам пожарной безопасности. Учесть поведение людей во время эвакуации (паника, скорость движения различных групп исходя из особенностей путей эвакуации в исторических зданиях), на основании которого разработать нормативно-методические рекомендации по учету данных показателей при проведении расчета индивидуального пожарного риска. Разработать и усовершенствовать существующие системы мониторинга и оповещения (цветовая и звуковая сигнализация). Дальнейшие исследования позволят создать комплексные, технологичные и экономически обоснованные подходы к пожарной безопасности исторических зданий, сохраняя их культурную ценность и обеспечивая защиту людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73–ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (ред. от 26.12.2024) // КонсультантПлюс: [сайт]. –URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (дата обращения: 10.06.2024);
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // КонсультантПлюс: [сайт]. –URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (дата обращения: 10.06.2024);
3. Хасанов, И.Р. Особенности пожарной опасности объектов культурного наследия религиозного назначения / И.Р. Хасанов // Пожарная безопасность/Fire Safety. – 2018. – № 2. – С. 100-108
4. Кеслер, М.Ю. Православные храмы : в 3-х тт. Т. 2. Православные храмы и комплексы // Синопись / Synopsis. – М. : ГУП ЦПП, 2003.
5. Пожарная безопасность двухэтажных храмов / В. И. Присадков, С. В. Муслакова, Д. В. Ушаков [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30, № 3. – С. 65-75;
6. Матвеев, В. А. Анализ основных причин возникновения пожаров на объектах культурного наследия с массовым пребыванием людей / В. А. Матвеев, Л. А. Ничкова // Безопасность – 2024 : Материалы XXIX Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 24–26 апреля 2024 года. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2024. – С. 156-157. – EDN LJOLTG;
7. Приказ МЧС России от 14.11.2022 № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной опасности» // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_442656 (дата обращения: 10.06.2024);
8. СП 388.1311500.2018 Свод правил. Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности: введен 14.01.2019 / МЧС России. – URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/6690> (дата обращения: 10.06.2024);
9. СП 1.13130.2020 Свод правил. Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы: введен 19.09.2020 / МЧС России. – URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-19032020-n-194/sp-1.13130.2020-svod-pravil/> (дата обращения: 10.06.2024);
10. СП 258.1311500.2016 Свод правил. Объекты религиозного назначения. Требования пожарной безопасности: введен 01.01.2017 / Минстрой России. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_212120 (дата обращения: 10.06.2024).;
11. Кирик, Е.С. Анализ данных натурных экспериментов пешеходного движения в прямом коридоре и их применение для тестирования программ на примере ПО «Сигма ПБ» / Е.С. Кирик, Т.Б. Витова // Пожарная безопасность. – 2020. – № 1. – С. 51-62;
12. Пожарная безопасность объектов с массовым пребыванием людей / А. А. Карапузиков, В. Ф. Дьяков, А. С. Терехов, С. А. Бикеев // Охрана труда и техносферная безопасность на объектах промышленности, транспорта и социальных инфраструктур : Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 26–27 февраля 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 80-84.

PROVIDING EVACUATION FROM HISTORICAL BUILDINGS WITH CENTRIC PLANNING

¹Matveev V.A., ²Nichkova L.A.

^{1,2} Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The article is dedicated to the issue of ensuring the safe evacuation of people from historical buildings with a centralised layout, particularly two-storey temples that are cultural heritage sites. A system of measures has been proposed for the research object of the Assumption Cathedral 'Ensemble of the Dalmatov Monastery', including fire protection, automatic warning systems, smoke ventilation, and fire protection treatment of materials, which allows for an increase in the permissible number of people. The effectiveness of the proposed measures is confirmed based on individual fire risk calculations.
Keywords: safe evacuation, central layout, cultural heritage sites, fire protection, fire risk.