Муслакова Светлана Витальевна. Совершенствование противопожарной защиты музейных объектов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.03.- Москва, 2002.- 212 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/536-X

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ**

**СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
’ ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА “ЗНАК ПОЧЕТА” НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ**

**ОБОРОНЫ’’**

**(ФГУ ВНИИПО МЧС России)**

На правах рукописи

МУСЛАКОВА СВЕТЛАНА ВИТАЛЬЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МУЗЕЙНЫХ**

**ОБЪЕКТОВ**

Специальность: 05.26.03 - «Пожарная и промышленная безопасность»

(технические науки)

Отрасль — «Строительство»

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук,

старший научный сотрудник

**В.И. Присадков**

Москва 2002

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 5**](#bookmark1)

**ВВЕДЕНИЕ 7**

1. **СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ**

**БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ ОЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ 13**

**\_ 1.1. Основания проведения исследования 13**

* 1. **Анализ возможных причин и источников пожаров в музейных**

[**объектах 15**](#bookmark7)

* 1. **Современные подходы к оценке пожарной безопасности**

[**(опасности) объектов 27**](#bookmark9)

* + 1. Безразмерные показатели пожарной опасности

(безопасности) 29

* + 1. Методы оценки пожарной безопасности, основанные на

физических представлениях развития и тушения пожаров 37

* 1. **Современные методы оценки пожарной безопасности музейных**

[**объектов 42**](#bookmark18)

* 1. [**Цель и задачи исследования 45**](#bookmark19)
  2. **Целевые функции выбора систем противопожарной защиты в**

**музеях.... 49**

1. **МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ**

**БЕЗОПАСНОСТИ МУЗЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ 55**

1. **Модель оценки пожарной безопасности объектов культуры... 56**
2. **Перечень параметров, определяющих пожарную безопасность**

[**объектов 57**](#bookmark27)

з

1. **Входные данные модели оценки показателя пожарной**

**безопасности здания. Принципы их обработки 60**

1. **Алгоритм методики комплексной оценки пожарной**

**безопасности музейных объектов 69**

1. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ**

**ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ МУЗЕЕВ 72**

1. **Общие принципы совершенствования противопожарной**

**защиты объектов культуры 72**

1. **Информационное обеспечение совершенствования**

**противопожарной защиты музеев 76**

1. **Требуемый уровень пожарной безопасности объектов**

[**культуры. Классификация музейных объектов 79**](#bookmark35)

1. **Области применения метода комплексной оценки уровня**

[**пожарной безопасности объектов культуры 83**](#bookmark25)

1. **МЕТОД ПРОГНОЗА ПЛОЩАДЕЙ ПОЖАРОВ В**

**МУЗЕЙНЫХ ОБЪЕКТАХ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА 87**

1. **Модель оценки развития пожаров в музеях 87**
2. [**Оценка вероятности возникновения пожаров в музеях 90**](#bookmark38)
3. **Оценка вероятности успеха тушения очага пожара в музее**

**первичными средствами пожаротушения 92**

1. **Имитационная модель для оценки успеха использования**

**первичных средств пожаротушения 95**

1. **Тушение пожара автоматическими установками**

**пожаротушения Ю1**

1. **Оценка надежности систем обнаружения пожара в музеях.... 103**

4.6.1. Определение критического фактора пожара в его начальной

[стадии 109](#bookmark45)

1. Определение времени обнаружения пожара дымовыми

[извещателями 112](#bookmark48)

1. Определение вероятности безотказной работы системы

[обнаружения пожара 117](#bookmark50)

1. **Оценка вероятности успеха тушения пожара первым**

**прибывшим подразделением пожарной охраны 118**

1. **Распространение пожара между сооружениями V степени**

**огнестойкости на территории музейного комплекса 122**

1. [Энергетический критерий воспламенения древесины\* 126](#bookmark52)
2. [Оценка тепловых нагрузок на облучаемые объекты 130](#bookmark53)
3. [Оценка времени (само) воспламенения 147](#bookmark63)
4. Численное моделирование развития пожара по сооружениям

музейного комплекса на примере погоста о. Кижи 150

* 1. **Оценка вероятности распространения пожара между зданиями**

**и сооружениями музейного комплекса 163**

* 1. **Области использования метода прогноза площадей пожаров**

[**в музейных объектах 164**](#bookmark68)

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ 167**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 170**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1 180**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ  
И СОКРАЩЕНИЯ**

Расшифровка обозначений, приводимая непосредственно в тексте имеет приоритет перед нижеследующим списком. Для всех физических величин ис­пользованы основные единицы измерения системы СИ, если явно не оговорено иное.

**Латинские обозначения**

- *Рп* - вероятность возникновения пожара, *год'1*;

U - показатель пожарной безопасности;

***У -*** уровень пожарной безопасности; ***q*** - плотность теплового потока , кВт/м ;

*L, I-* расстояние, м;

***S-*** площадь, ***м*** 2;

***V-*** скорость, ***м-с'\***

***N -*** количество;

***Н, h-*** высота, ***м\***

***Т*** - температура в градусах Кельвина; ***t —*** время, ***с, мин***;

***D -*** дымообразующая способность горючего материала, ***Нп -м кг'*** ; *QPH* - низкая теплота сгорания, ***МДж-кг'1;***

**Греческие обозначения**

А - разность или абсолютная погрешность; ***г)*** - массовая полнота сгорания;

*Ц1* ***-*** массовая скорость газификации топлива, *кг/с,* ***т -*** момент времени, мин. .

**Сокращения**

ПБ - пожарная безопасность;

СПБ - система пожарной безопасности;

СПЗ - система противопожарной защиты.

ОФП - опасные факторы пожара;

СНиП - строительные нормы и правила;

АУПТ - автоматическая установка пожаротушения;

АУПС - автоматическая установка пожарной сигнализации; ППБ - правила пожарной безопасности;

ГПС - государственная противопожарная служба;

ППР - противопожарный режим;

ЦГТПС - центральный пульт пожарной сигнализации.

**ВВЕДЕНИЕ**

Огромные материальные и духовные ценности, составляющие историко­культурное наследие народов России находятся в музеях, их утрата в случае пожара невосполнима. Статистика пожаров в России, а также зарубежный опыт подтверждают серьезность пожарного риска для музейных коллекций и зданий.

Практически каждый музей является уникальным объектом. Значитель­ное число музейных зданий включают большие внутренние объемы, атриумы, дворики, галереи, открытые лестницы, что делает их уникальными и с точки зрения обеспечения пожарной безопасности. Согласно п. 1.5\* СНиП 21-01-97\* для таких зданий должны быть разработаны технические условия на их систе­мы противопожарной защиты [6]. Целесообразно, чтобы часть предложений в технические условия подтверждалась расчетным путем.

В настоящее время финансирование музейных объектов по направлению обеспечения их пожарной безопасности весьма ограничено. Поэтому, обосно­вание необходимости и первоочередности противопожарных мероприятий по объектам должно быть особенно строгим, научно-обоснованным, что предпола­гает использование расчетных методов для выбора мероприятий.

Весьма часто в музеях нет возможности реализовать значительное коли­чество противопожарных мероприятий, предусмотренных действующими про­тивопожарными нормами и правилами [88,90]. Не выполняется около 70 % ме­роприятий, предлагаемых государственной противопожарной службой [92]. Вместе с тем, до последнего времени отсутствовали теоретические основы обоснования целесообразности выбора и оценки эффективности противопо­жарных мероприятий.

В данном случае может оказаться весьма эффективным «гибкое» норми­рование, позволяющее найти и использовать рациональные варианты противо­пожарной защиты объектов.

При этом необходимо установить критерии и цели, которыми следует ру­ководствоваться при выборе первоочередных мероприятий. То есть, целесооб­разно определить количественный показатель, соответствующий уровню по­жарной безопасности для музейных объектов.

Таким образом, обеспечение сохранности историко-культурного наследия народов России является важнейшей задачей при любых экономических и со­циальных условиях, возникающих в истории России. Об этом свидетельствуют, в том числе, Указы Президента России, Указ Президента РФ от 30.11.92 г. №1487 «Об особо ценных объектах культурного наследия народов Российской Федерации» [1], «Об утверждении Перечня объектов историко-культурного на­следия федерального (общероссийского) значения» [2], «О включении отдель­ных объектов в Государственный свод особо ценных объектов культурного на­следия народов Российской Федерации», постановление Правительства России №919 от 30.11.92 г. [3].

В России до настоящего времени отсутствует нормативный документ, регламентирующий требования пожарной безопасности для музеев, исходя из обеспечения в них требуемого уровня безопасности.

Выбор рационального комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности музейных объектов, по крайне мере наиболее пожароопасных, целесообразно определять, основываясь на детальных оценках фактического состояния системы противопожарной защиты объектов.

Рассмотренные выше аспекты пожарной безопасности музейных объек­тов определяют ***актуальность работы.***

***Целью работы*** является создание методов оценки пожарной безопасно­сти (опасности) музейных объектов, учитывающих особенности и широкий спектр противопожарных мероприятий на конкретном объекте, на основе кото­рых может быть установлен перечень первоочередных противопожарных меро­приятий для рассматриваемого музея с учетом его специфики.

Для достижения указанной цели в работе были поставлены и решены следующие задачи:

выбор системы параметров (входных факторов), определяющих пожар­ную безопасность музейных объектов;

разработка комплексного показателя пожарной безопасности музеев;

разработка метода комплексной оценки пожарной безопасности музей­ных объектов;

группировка музеев по уровню пожарной безопасности;

определение требуемого уровня пожарной безопасности музейных объек­тов;

разработка вероятностного метода оценки прогнозируемых площадей го­рения в музейных объектах с учетом эффективности ряда противопожарных мероприятий;

разработка моделей оценки эффективности первичных средств пожаро­тушения, пожарной сигнализации, использования первого пожарного подразде­ления на пожаре, пожарных разрывов для музейных зданий V степени огне­стойкости;

обоснование методов эффективного совершенствования противопожар­ной защиты музейных объектов.

***Объектом исследования*** является пожарная безопасность музейных объ­ектов.

***Теоретической и методологической основой работы*** являются труды отечественных и зарубежных исследователей в области обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, в том числе Н.Н. Брушлинского, И.С. Молчадского, В.И. Присадкова, А.В. Матюшина, В.А., Холщевникова, В.И. Зигерн-Корна и многих других ученых.

***Методы исследования***, использованные в диссертации, основаны на тео­рии системного анализа, теории множеств, математическом и физическом мо­делировании развития пожаров, имитационном моделировании, опросе экспер­тов при помощи анкет.

***Научная новизна работы*** заключается в следующем:

разработана методика комплексной оценки пожарной безопасности му­зейных объектов;

установлен требуемый уровень пожарной безопасности музеев;

проведена группировка особо ценных музеев России (29 музеев) по уров- ню-пожарной безопасности;

разработан вероятностный метод оценки прогнозируемых площадей го­рения в музеях, позволяющий учесть эффективность ряда противопожарных мероприятий;

разработана модель для оценки временных и пространственных характе­ристик распространения пожара между музейными зданиями V степени огне­стойкости;

на основе предложенных методов количественного анализа разработана методика комплексной оценки пожарной безопасности объектов культуры.

***Практическая ценность и реализация результатов работы*** заключа­ется в следующем:

создан инструмент для совершенствования противопожарной защиты му­зейных объектов, «гибкого» нормирования ряда элементов системы противо­пожарной защиты музеев на основе методики оценки уровня пожарной безо­пасности объектов;

результаты диссертации позволили ранжировать ряд известных музеев страны по уровню пожарной безопасности и выделить группу музеев с наи­большим уровнем пожарного риска;

разработан проект «Рекомендаций по оценке уровня пожарной безопас­ности объектов культуры»;

создан банк данных «Музеи», переданный для использования подразде­лениями государственной противопожарной службы;

результаты диссертации были использованы при совершенствовании сис­тем противопожарной защиты ряда музеев России.

***На защиту выносятся*** следующие положения:

методика комплексной оценки пожарной безопасности музейных объек­тов;

- результаты оценки пожарной безопасности представительной выборки музеев:

обоснование требуемого уровня пожарной безопасности музейных объек­тов;

метод оценки прогнозируемых площадей пожара в музеях при учете эф­фективности мероприятий противопожарной защиты;

обоснование комплекса вероятностных моделей по оценке эффективно­сти противопожарных мероприятий в музейных объектах.

***Апробация работы*** . Основные результаты работы докладывались на следующих Всероссийских и международных конференциях и семинарах:

«Пожарная безопасность». XIII Научно-практическая конференция. ВНИИПО, 1995г.,

«Пожарная безопасность -история, состояние, перспективы». XIV Науч­но-практическая конференция. ВНИИПО, 1997г.,

International Symposium on Fire Science and Technology (ISFST'97). Seoul, Korea, 1997r.,

Конференция «Пожарная безопасность музеев и библиотек». Петроза­водск, 1997г.,

III International Symposium «Fire Protection of Historical Monuments». Chestochowa-Krakow, Poland, 1999г.,

XV Международная конференция «Проблемы горения и тушения пожа­ров на рубеже веков». ВНИИПО, 2000г.,

Международная конференция «Сопряженные задачи механики и эколо­гии». Томск, 2000 г.,

II международный семинар «Защита культурного наследия от различных видов опасности». Krakow, Poland, 2001г.,

«Крупные пожары: предупреждение и тушение». XVI Научно­практическая конференция. ВНИИПО, 2001г.,

Выставка «Системы безопасности». Москва, ВВЦ, 2002 г.

***Публикации*** . По результатам диссертации опубликовано 9 печатных ра­бот и докладов на конференциях.

***Объем работы.*** Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и одного приложения. Основные положения диссертации изложены на 179 страницах машинописного текста, содержат 26 таблиц, 21 рисунок. Приложе­ния занимают 32 страницы.

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

В заключении диссертации необходимо сделать ряд выводов, отражаю­щих суть и основные результаты проведенной работы.

1. До настоящего времени в России отсутствовали методы комплексной оценки пожарной безопасности музейных объектов, что не позволяло количе­ственно обосновать и ранжировать по эффективности противопожарные меро­приятия на объекте.

\*

1. Установлены критерии, целевые функции и показатели, которые сле­дует использовать для выбора систем противопожарной защиты в музеях.
2. На основе метода иерархических процедур предложена экспертная модель для комплексной оценки пожарной безопасности музейных объектов.

Модель включает 44 характеристики музейных объектов, определяющих их пожарную безопасность. Характеристики рассчитываются на основе 73 па­раметра (входных фактора), а также соответствующих нормативных требова­ний.

1. Создана методика комплексной оценки пожарной безопасности му­зейных объектов. Методика включает инструкцию и анкету по отбору исход­ных данных по исследуемым объектам, программное обеспечение и руково­дство пользователя.
2. Сформирован автоматизированный банк данных по объектам культу­ры, включающий представительные объекты городов Москва, Санкт- Петербург, Московской, Тульской, Калужской, Владимирской, Ярославской, Тверской областей и Республики Карелия.
3. На основе оценок уровня пожарной безопасности представительной выборки музейных объектов установлен требуемый уровень пожарной безо­пасности для музеев.
4. Предложено музейные объекты в зависимости от фактического уровня пожарной безопасности сгруппировать в три класса:

* класс высокой пожарной безопасности;
* класс приемлемой пожарной безопасности;
* класс низкой пожарной безопасности.

1. Предложен метод совершенствования противопожарной защиты му­зейных объектов в зависимости от значения их уровня пожарной безопасности. Системы противопожарной защиты музейных объектов с показателями ниже требуемого уровня должны быть доработаны до уровня, соответствующего классу музеев с приемлемой пожарной безопасностью.
2. Разработана вероятностная модель прогноза ожидаемой площади го­рения при пожаре в музейных объектах, учитывающая: вероятность возникно­вения пожара, эффективность первичных средств пожаротушения, эффектив­ность АУПТ, системы обнаружения и оповещения о пожаре органов ГПС, ту­шение пожара оперативными подразделениями пожарной охраны, эффектив­ность противопожарных разрывов.
3. Предложена имитационная модель для оценки эффективности исполь­зования первичных средств пожаротушения.
4. Разработаны вероятностные модели оценки надежности обнаружения пожара и времени обнаружения пожара АУПС в музеях. Модель апробирована на объектах музея Кижи.
5. Разработана модель и имитационная система оценки успеха тушения пожара оперативным подразделением пожарной охраны, первым приступив­шим к тушению.
6. Предложена на основе энергетического критерия методика оценки ве­роятности и времени распространения пожара между зданиями V степени огне­стойкости.
7. Установленные времена распространения горения между зданиями яв­ляются критическими для введения сил и средств пожаротушения. При невоз­можности своевременного введения сил и средств необходимо повысить их боеготовность, внедрять системы раннего обнаружения пожара.

Например, на основе проведенных исследований были разработаны пред­ложения по организации военизированной пожарной охраны Государственного историко-архитектурного и этнографического музея-заповедника «Кижи». Оперативная обстановка с пожарами на острове Кижи подтвердила обоснован­ность указанных предложений.

Полученные в диссертационном исследовании результаты были ис­пользованы при разработке проекта «Рекомендаций по определению уровня пожарной безопасности объектов культуры» (Приложение 1), при разработке предложений по совершенствованию противопожарной защиты ряда музеев России.