

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Удмуртский государственный университет»

На правах рукописи

Варламова Дина Михайловна

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА
В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ижевск – 2011

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «УдГУ»).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Колодкин В.М.

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

Автореферат разослан «___» _____ 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Актуальность работы обусловлена тем ущербом, который несет общество при пожарах в общественных зданиях. Действительно, в соответствии со статистическими данными, пожар относится к наиболее частой причине возникновения аварийных ситуаций в общественных зданиях. Причем, в общественных зданиях пожаров происходит больше, чем на производственных объектах. Количество жертв при пожарах в общественных зданиях составляет около 7 % от числа всех погибших в авариях. К основным причинам, влияющим на возникновение пожара в общественных зданиях, можно отнести: неосторожное обращение с огнем – 36,5 %; неисправность электропроводки и электрооборудования – 32,4 %; поджоги – 10,2 %.

Различные модели и методы по анализу причин возникновения пожаров и прогнозированию частоты возникновения пожаров отражены в исследованиях Сверчкова Ю.М., Есенбаева К.Т., Шебеко Ю.Н., Гордиенко Д.М., Миронова М.П., Маскаевой Л.Н., Якуша С.Е., Эсманского Р.К., Белянина В.А., Фомина А.В., Попова В.М. и других. Анализ существующих методов по оценке частоты возникновения пожара в общественных зданиях показывает, что они не позволяют достоверно оценить уровень опасности конкретного объекта, так как основываются на усредненных статистических данных.

Существующие методики оценки частоты возникновения пожара не позволяют в полной мере учесть основные факторы, влияющие на частоту возникновения пожара. В частности, существующие методики не обеспечивают возможность количественной оценки частоты с учетом имманентных свойств здания, и, как следствие этого, не поддерживают возможность ранжирования зданий по частоте возникновения пожара.

Представленная в диссертационной работе методика и разработанный на ее основе программный комплекс с доступом по сети Интернет позволяет не только ранжировать здания и сооружения по частоте возникновения пожара, но и ранжировать территориальные образования по частоте возникновения пожара в общественных зданиях, расположенных в пределах территории.

Ранжирование общественных зданий и территориальных образований по частоте возникновения пожаров, является предпосылкой корректного распределения сил и средств, направляемых на противопожарные мероприятия.

Цель работы – повышение уровня пожарной защищенности общественных зданий и сооружений путем прогнозирования частоты возникновения пожара.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проанализированы существующие методы оценки частоты возникновения пожаров в общественных зданиях и сооружениях;
- выявлены факторы, влияющие на частоту возникновения пожаров;
- разработаны алгоритмы оценки частоты возникновения пожаров в зданиях с учетом выявленных факторов;
- разработан программный комплекс прогнозирования частот возникновения пожаров, позволяющий ранжировать общественные здания и территории по частоте возникновения пожаров. Программный комплекс адаптирован к условиям функционирования проблемно-ориентированного ресурса "Безопасность в техносфере" с доступом по сети Интернет <https://rintd.ru>

Теоретической и методологической базой диссертации являются научные труды и аналитические исследования отечественных и зарубежных ученых, нормативные акты законодательных и исполнительных органов Российской Федерации.

Основные методы исследования. В диссертационной работе были применены методы системного анализа, методы математического моделирования, методы анализа риска. Программное обеспечение разработано в среде HTML и Java Script.

Результаты, выносимые на защиту.

1. Факторы, влияющие на частоту возникновения пожара в общественных зданиях – огнестойкость строительных конструкций здания, износ здания, климатические характеристики.
2. Алгоритмы оценки частоты возникновения пожаров в зданиях с учетом выявленных факторов.
3. Программный комплекс прогнозирования частоты возникновения пожаров, позволяющий ранжировать общественные здания и территории по частоте возникновения пожаров.

Научная новизна работы.

1. На основании анализа причин возникновения пожара определены факторы, при помощи которых можно определить частоту возникновения пожара:
 - огнестойкость строительных конструкций здания (способность конструктивных элементов зданий сохранять прочность в условиях пожара);
 - износ здания (электропроводка, отопительное оборудование);
 - климатические характеристики (среднегодовая температура воздуха в климатической зоне расположения).
2. Предложен алгоритм ранжирования общественных зданий по частоте возникновения пожара с учетом влияния факторов, ранжирования территориальных образований по частоте возникновения пожара в общественных зданиях.
3. Разработано программное обеспечение, позволяющее проводить расчеты частоты возникновения пожаров в общественных зданиях, ранжирование территориальных образований по частоте возникновения пожара в общественных зданиях.

Практическая значимость работы и реализация результатов работы.

1. Разработан алгоритм оценки частоты возникновения пожаров, который позволяет провести ранжирование общественных зданий по пожарной защищенности, ранжирование территориальных образований по частоте возникновения пожаров.
2. Разработан программный продукт, позволяющий в режиме дистанционного доступа определить частоту возникновения пожара в зависимости от факторов, характеризующих состояние пожарной защищенности общественного здания. Оценка частоты возникновения пожаров в общественных зданиях позволяет выявить объекты, которые нуждаются в проведении дополнительных мероприятий по повышению уровня защищенности от пожаров. Программный продукт может быть использован при оценке частоты возникновения пожара как на существующих общественных зданиях, так и на строящихся.
3. Программный комплекс позволяет повысить эффективность и оперативность принимаемых решений противопожарными службами общественного здания, территориального образования.
4. Проведено ранжирование территориальных образований Удмуртской Республики по частоте возникновения пожаров в зданиях общеобразовательных учреждений.

Апробация результатов работы. Основные результаты докладывались и обсуждались на:

- круглом столе «Пожарная безопасность общественных зданий» Всероссийской специализированной выставки «Комплексная безопасность - 2011» (г. Ижевск, 2011 г.);
- Международной конференции с элементами научной школы для молодежи «Производство. Технология. Экология» (г. Ижевск, 2010 г.);
- Всероссийской конференции «Безопасность в техносфере - 6» (г. Ижевск, 2010 г.);
- круглом столе «Пожарная безопасность общественных зданий» Всероссийской специализированной выставки «Комплексная безопасность - 2010» (г. Ижевск, 2010 г.);

- X Всероссийской выставке научно-технического творчества молодежи НТТМ-2010 (г. Москва, 2010 г.);
- Молодежном инновационном форуме Приволжского федерального округа УлГТУ (г. Ульяновск, 2010 г.);
- III Всероссийской научно-технической конференции и симпозиуме «XIII школа молодых ученых» Безопасность критичных инфраструктур и территорий (г. Екатеринбург, 2009 г.);
- Всероссийской конференции «Безопасность в техносфере - 5» (г. Ижевск, 2009 г.);
- II Всероссийской научно-технической конференции и симпозиуме «XII школа молодых ученых» Безопасность критичных инфраструктур и территорий (г. Екатеринбург, 2008);
- Всероссийской конференции «Безопасность в техносфере - 4» (г. Ижевск, 2008 г.).

Результаты диссертационной работы вошли в состав научно-технического отчета по гранту АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» «Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа управления рисками в образовательных учреждениях России», а также были использованы при выполнении научно-исследовательской работы «Ранжирование районов Удмуртской Республики по уровню пожарной защищенности зданий общеобразовательных учреждений». В ходе выполнения работы разработан модуль по оценке частоты возникновения пожара, являющийся неотъемлемой частью программного комплекса «Программный комплекс формирования Декларации пожарной безопасности» («Декларация ПБ»), свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010613665. Разработана программный комплекс «Программный комплекс «Частотный анализ пожарной безопасности общественных зданий» («Программный комплекс «Частотный анализ ОЗ»), свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615467. Также разработан программный комплекс «Редактор для построения дерева событий», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615672.

Публикации. По тематике диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 12 научных статей, 3 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК России, 3 доклада на конференциях; получены 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Общий объем работы составляет 117 страницы, цифровой и графический материал представлен в 27 таблицах, 15 рисунках, 5 приложениях. Список использованной литературы включает 107 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проанализированы причины, влияющие на частоту возникновения пожара в общественных зданиях, рассмотрены нормативные документы, регламентирующие вопросы пожарной безопасности: Паспорт безопасности опасного объекта, Декларация пожарной безопасности.

За последние пять лет наибольшее количество пожаров произошло на предприятиях розничной торговли – 13422 пожара, наименьшее количество пожаров в детских оздоровительных лагерях, летних детских дачах – 85 пожаров. На рисунке 1 представлены статистические данные по пожарам, имевшим место в общественных зданиях за пять лет (с 2006 по 2010 гг.).

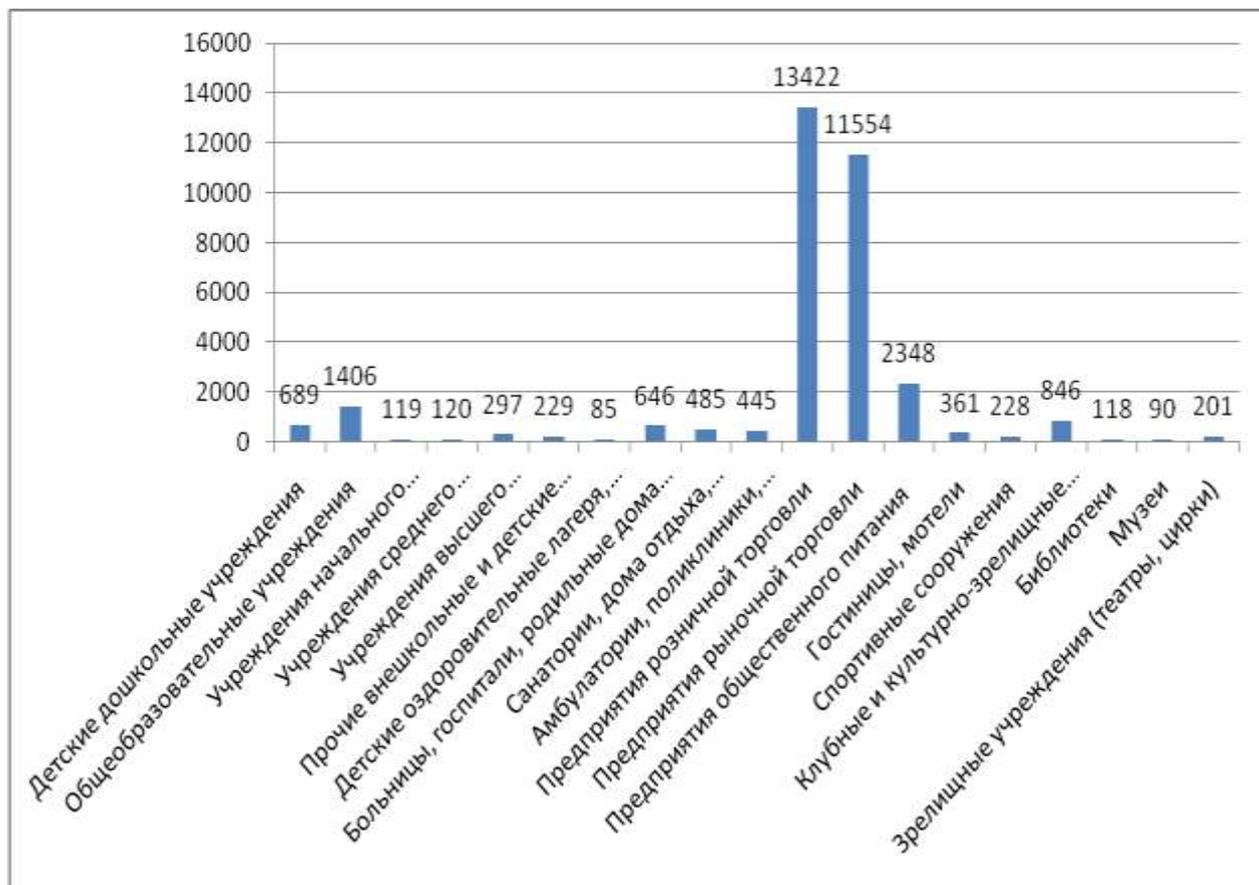


Рисунок 1. Количество пожаров в общественных зданиях за 5 лет (с 2006 по 2010 гг.).

Проанализировав причины возникновения пожаров в общественных зданиях, к основным относятся:

- Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования – 40,7 %;
- Неосторожное обращение с огнем – 26 %;
- Поджог – 19,6 %;
- Нарушение правил устройства и эксплуатации печей – 3,7 %.

Анализ основных причин возникновения пожара позволяет выделить ограниченное количество имманентных свойств здания, влияющих на частоту возникновения пожара:

- огнестойкость строительных конструкций здания;
- износ здания и оборудования в здании (например, электропроводки);
- климатические характеристики.

Состояние пожарной защищенности здания (объекта) находит отражение в ряде документов: Паспорт безопасности опасного объекта, Декларации пожарной безопасности. В частности.

Паспорт безопасности опасного объекта предназначен для:

- определения показателей степени риска чрезвычайных ситуаций для персонала объекта и проживающего вблизи населения;
- определения возможности возникновения чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- оценки возможных последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- разработки мероприятий по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте.

Декларация пожарной безопасности - документ, являющийся формой оценки соответствия объекта требованиям пожарной безопасности. Декларация пожарной безопасности составляется в отношении объектов защиты, для которых законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности предусмотрено проведение государственной экспертизы проектной документации.

Вторая глава посвящена разработке алгоритма ранжирования общественных зданий по частоте возникновения пожара. Представлен программный комплекс «Редактор построения дерева событий», позволяющий провести анализ возникновения и распространения пожара в зависимости от инициирующих событий, представлена структура, алгоритм работы программного комплекса. Программный комплекс разработан совместно со специалистами учебно-научного института природных и техногенных катастроф ФГБОУВПО «УдГУ».

Программный комплекс поддерживается специальной подсистемой, основное наполнение которой содержит:

- программный модуль по построению дерева событий, отвечающего аварийному сценарию;
- базу данных по частотам и (или) вероятностям возникновения аварийных ситуаций.

Программный модуль предназначен для построения дерева событий, отвечающего аварийному сценарию на опасном производственном объекте. Модуль поддержан графической базой данных, содержащей ранее построенные деревья событий, а также элементарные фрагменты деревьев событий. В модуле представлен инструментарий для построения и редактирования дерева событий. Пользователь имеет возможность строить деревья событий, а также вносить изменения в ранее созданные схемы развития аварийных ситуаций. При этом Пользователь имеет возможность использовать ранее сформированные деревья событий, использовать элементарные фрагменты событий, дополняя ими существующее дерево, или наоборот, удаляя ветви событий, которые, по его мнению, не нуждаются в рассмотрении. При описании сценариев Пользователь может обратиться к базе данных и воспользоваться уже описанными сценариями аварийных ситуаций и вероятностями возникновения аварий. База данных предназначена для хранения уже построенных деревьев событий аварийных ситуаций, а также для хранения вероятностей и частот возникновения той или иной аварийной ситуации. Результатом работы Пользователя являются построенные деревья событий, с рассчитанными частотами событий аварийных сценариев на опасном производственном объекте.

На рисунке 2 представлено рабочее окно программного модуля по построению дерева событий.

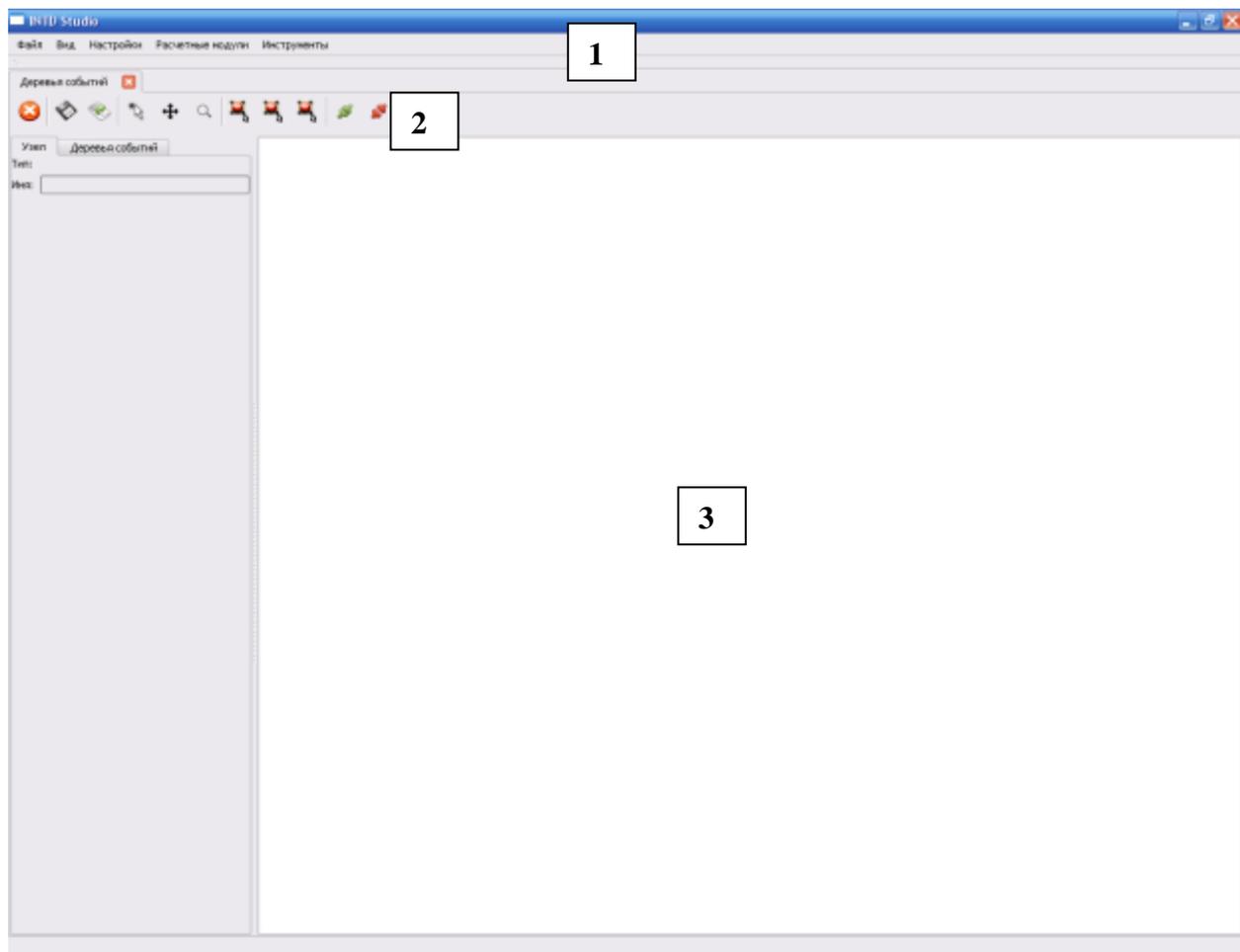


Рисунок 2. Рабочее окно модуля по построению дерева событий.

Окно состоит из следующих основных элементов:

- 1- панель инструментов;
- 2- панель для описания узлов;
- 3- рабочая область.

Панель инструментов состоит из:



- создать узлы F, FP, P. С помощью узла F описывается авария на опасном объекте, с помощью узла FP - инициирующее событие, с помощью узла P - промежуточные и конечные события.



- соединить узлы;



- разъединить узлы;



- выстроить дерево;



- выделить узел;



- переместить;



- масштабирование;



- сохранить дерево;



-

открыть дерево;  - удалить все деревья.

С помощью данного редактора построены деревья событий, анализирующие последовательность сценариев развития пожара, возникших по той или иной причине в общественном здании.

Для построения дерева событий были выделены инициирующие события возникновения пожара в общественных зданиях:

- 1) Неосторожное обращение с огнем (непотушенная сигарета и т.д.);
- 2) Поджоги;
- 3) Неисправность оборудования, нарушение технологического процесса, в т.ч. при работе с химическими реактивами, несоблюдение правил безопасности при огневых и сварочных работах;

4) Другие причины (грозовые разряды, разряды статического электричества).

На рисунках 3 - 5 представлены деревья событий, в которых рассматривается развитие аварийных ситуаций в зависимости от инициирующего события аварии в зданиях общественных учреждений, приняты следующие обозначения: P – условная вероятность возникновения пожара, F – частота сценария развития пожара, Q – частота возникновения пожара. Каждый сценарий идентифицируется кодом, который включает два числа: первое число указывает на номер инициирующего события аварии, второе число указывает на развитие аварийной ситуации.

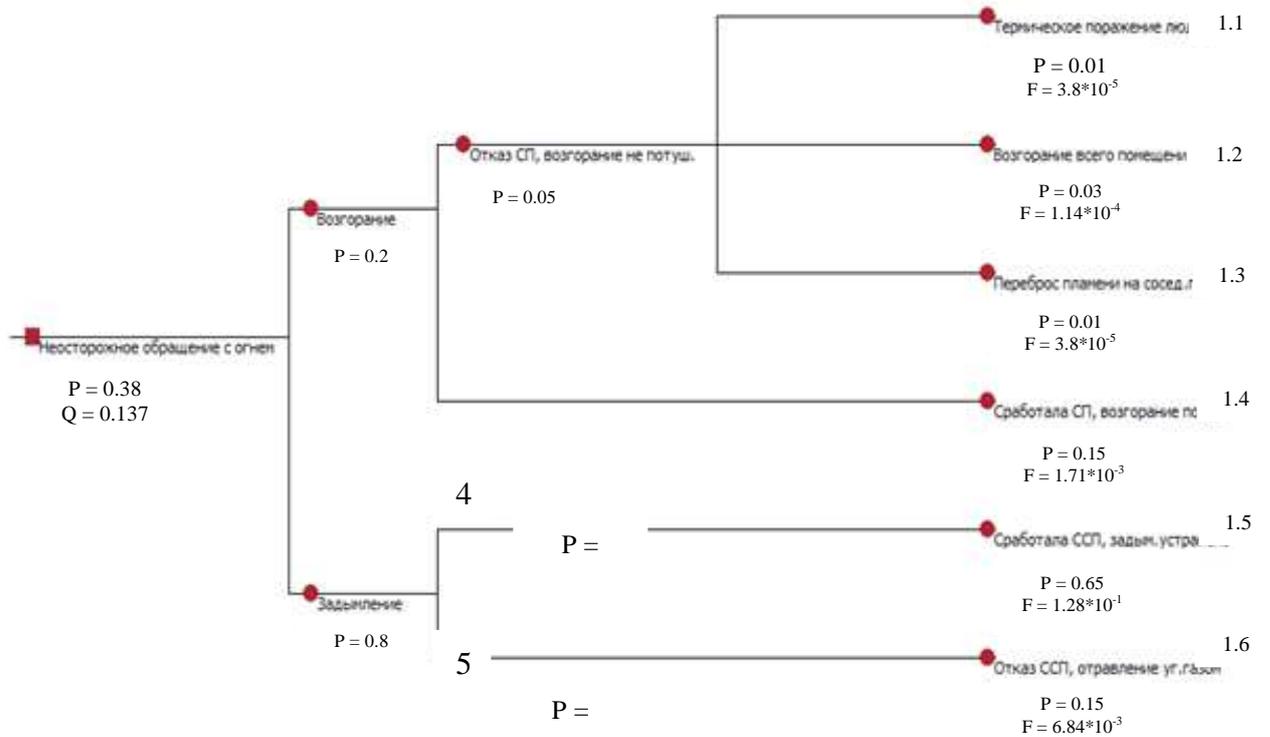


Рисунок 3. Фрагмент дерева событий возникновения и распространения пожара при неосторожном обращении с огнем.

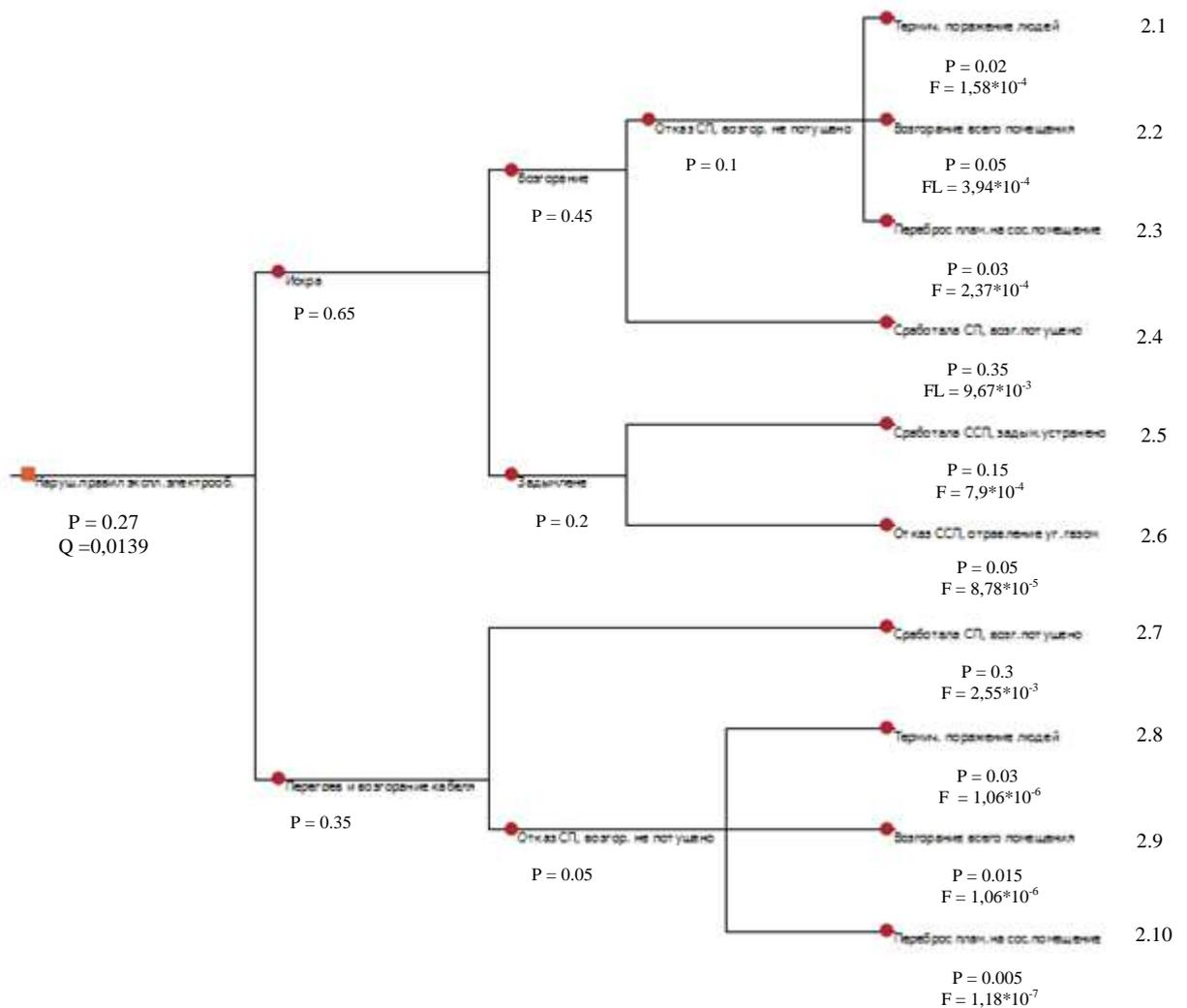


Рисунок 4. Фрагмент дерева событий возникновения и распространения пожара при нарушении правил устройства и эксплуатации электрооборудования и электробытовых приборов.

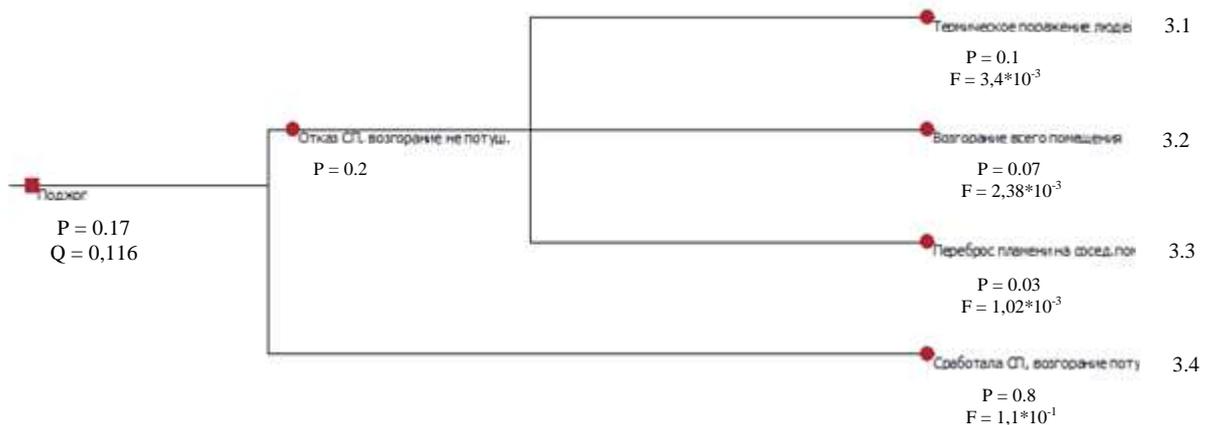


Рисунок 5. Фрагмент дерева событий возникновения и распространения пожара при поджоге.

На основе полученных данных наиболее опасными сценариями аварийных ситуаций в общественном здании являются сценарии в результате поджога. Результаты оценки частоты возникновения пожара используются для принятия решений по разработке дополнительных мер по снижению пожарной опасности зданий общественных учреждений.

В данной главе представлен алгоритм оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях.

Причины пожара возникают от ряда характеристик здания. К таким характеристикам можно отнести:

- Характеристика здания по строительным материалам (стены, перекрытия).
- Год постройки или капитального ремонта здания.
- Система отопления (печное, газовое, угольное), степень износа.
- Количество человек в здании.
- Наличие первичных средств пожаротушения.
- Наличие автоматической пожарной сигнализации.
- Наличие автоматической системы пожаротушения.
- Наличие опасных веществ (легковоспламеняющихся) и их количество в здании.
- С какими опасными объектами граничит?

Проанализировав причины пожаров и характеристики общественных зданий, в которых произошли пожары, выделено три фактора, в наибольшей степени влияющие на частоту возникновения пожара:

- 1) огнестойкость строительных конструкций здания (под огнестойкостью строительных конструкций понимают способность конструктивных элементов зданий сохранять прочность в условиях пожара), μ_1 ;
- 2) износ здания (электропроводка, отопительное оборудование), μ_2 ;
- 3) климатические факторы (среднегодовая температура воздуха в климатической зоне расположения объекта), μ_3 ;

Для оценки частоты возникновения пожара построена регрессионная модель. Если Q_n - оценка математического ожидания частоты возникновения пожара в здании в расчете на одного человека в течение года, а μ_i - факторы, определяющие частоту, то раскладывая $Q_n(\mu_i)$ в ряд относительно точки математического ожидания факторов и ограничиваясь первыми членами разложения, имеем

$$Q_n = Q_n(\langle \mu_i \rangle) + \sum_{i=1}^n \beta_i \left(\frac{\mu_i}{\langle \mu_i \rangle} - 1 \right), \quad \beta_i = \frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} \cdot \langle \mu_i \rangle. \quad (1)$$

В этих выражениях: $\langle \mu_i \rangle$ - математическое ожидание значения i -ого фактора ($i = 1, 2, \dots, n$); $Q_n(\langle \mu_i \rangle)$ - значение частоты в точке математического ожидания значений факторов, которое можно аппроксимировать значением $\langle Q_n \rangle$. Величина $\langle Q_n \rangle$ определяется функциональным назначением здания. В первом приближении значение частоты варьируется в пределах K при максимальной вариации значений факторов. Производная, входящая в выражение для β_i , приближается выражением -

$$\frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} = \frac{K \cdot \langle Q_n \rangle}{n \cdot (\mu_{\max} - \mu_{\min})}. \quad (2)$$

Для каждой характеристики разработаны алгоритмы их количественной оценки. Выбрана шкала изменения основных факторов, влияющих на частоту возникновения пожара так, чтобы значения факторов μ_i изменялись от 0 до 1, то есть $\mu_{\max} = 1, \mu_{\min} = 0$. Численное значение K принимается равным 0,3. Соотношения (1) и (2) позволяют уточнить значение частоты возникновения пожара в здании в течение года Q_n в зависимости от характеристик здания. Количественные значения факторов оценивались с помощью индексного (бального) метода.

Математическое ожидание значения i -ого фактора определяется по формуле:

$$\langle \mu_i \rangle = \frac{\sum_{j=1}^N \mu_{ij}}{N - 1},$$

где i - факторы, влияющие на частоту возникновения пожара;
 N - число общественных зданий, шт.;

μ_{ij} - числовые значения факторов, влияющих на частоту возникновения пожара, в общественном здании j .

По огнестойкости (μ_1) строительные конструкции здания делят на пять степеней. Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости основных строительных конструкций устанавливаются по СНиП 2.01.02-85*. В соответствии с группами определены количественные значения, влияющие на уровень пожарной безопасности (табл. 1).

Таблица 1

Количественные значения групп огнестойкости основных строительных конструкций

Огнестойкость основных строительных конструкций	Типы зданий	Количественное значение фактора μ_1
I	1) Каркасные, с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами.	0,1
	2) Здания особо капитальные, с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы – железобетонные или кирпичные; перекрытия – железобетонные или каменные своды по металлическим балкам.	0,2
	3) С каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы – железобетонные или кирпичные; перекрытия – железобетонные или каменные своды по металлическим балкам.	0,3
II	Со стенами облегченной (каменной) кладки; колонны или столбы – железобетонные; перекрытия – деревянные.	0,4
III	Со стенами облегченной (каменной) кладки; колонны или столбы – кирпичные или деревянные; перекрытия – деревянные.	0,5
IV	1) Деревянные, с бревенчатыми или брусчатыми рубленными стенами.	0,6
	2) Деревянные, каркасные, щитовые.	0,7
V	1) Камышитовые или прочие облегченные здания.	0,8
	2) Палатки, павильоны, ларьки и другие облегченные здания торговых организаций	0,9

Количественные значения фактора μ_1 определяются из таблицы 1 в зависимости от типа исследуемого общественного здания.

Степень износа здания, μ_2 , определяется соотношением срока службы здания (T_z) к нормативному сроку службы (T_n): $\mu_2 = \frac{T_z}{T_n}$.

В качестве климатических характеристик рассматривалась среднегодовая температура воздуха, которая зависит от района расположения здания. В соответствии с температурой воздуха определены количественные значения (табл. 2).

Количественные значения по среднегодовым температурам воздуха

Среднегодовая температура воздуха, °С	Количественное значение фактора μ_3
0,1 : +5	0 – 0,25
-5 : 0	0,26 – 0,5
+5,1 : +10, -5,1 : -10	0,51 – 0,75
+10,1 и выше; -10,1 и ниже	0,76 – 1,0

Значение фактора μ_3 определяется на основе таблицы 2.

Данный алгоритм позволяет оценить частоту возникновения пожара в зависимости от характеристик здания, а также, изменяя значения характеристик здания, сравнить частоты возникновения пожара, определить «слабые» стороны здания и предпринять своевременные меры по противопожарной безопасности здания.

Алгоритм оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях реализован в виде **программного комплекса «Частотный анализ пожарной безопасности общественных зданий»** (программный комплекс «Частотный анализ ОЗ») <http://rintd.ru/freqa>. Он предназначен для ранжирования общественных зданий по частоте возникновения пожара в зависимости от характеристики здания. Программный комплекс разработан на основе языков программирования: HTML, JavaScript и состоит из 2 HTML - страниц: Главная страница, Настройка и одного pdf-файла: Обучение работе.

Главная страница предназначена для ввода характеристики здания. **Настройка** предназначена для ввода допустимого интервала варьирования частоты возникновения пожара и ожидаемых характеристик здания, также в настройке раскрыты некоторые понятия, используемые в инструментарии. **Обучение работе** – страница, в которой описан алгоритм работы в программном комплексе и представлена регрессионная модель, на основе которой разработан программный комплекс.

Первоначальная настройка численных значений параметров Сервиса выполнена разработчиками. При необходимости предусмотрен возврат к значениям, предложенным разработчиками. Допустимый интервал варьирования частоты принят равным 0,1. Пользователю дана возможность изменить значения в режиме Настройки (допустимый интервал варьирования частот и значения ожидаемых характеристик здания), сохранить значения и вернуться на Главную страницу.

Пользователь начинает работу на Главной странице с ввода информации по объекту:

- Функциональное назначение здания.
- Наименование здания.
- Характеристика здания.
- Количество лет, прошедших с момента постройки здания или с момента последнего капитального ремонта.
- Количество людей в здании, чел.
- Месторасположение здания (среднегодовая температура воздуха, °С).

Затем выполняется расчет и результаты выводятся в новом окне **«Результаты расчета»**. Также выводится статистическое значение частоты возникновения пожара в общественном здании, что позволяет сравнить полученное значение частоты со статистическим значением и сделать выводы по пожарной безопасности общественного здания. На рисунках 6 - 8 представлены рабочие окна Главная страница, Настройка, Результаты расчета.

Добро пожаловать | Услуги | Прогноз | Инструменты | Wiki | Обучение | Прайс-лист | О нас | Кабинет

gibll.ru > Инструменты > Частотный анализ

Частотный анализ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА В ОБЩЕСТВЕННОМ ЗДАНИИ

СЕРВИС ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ.

Введите характеристику здания: Обучение работе | Настройка

Наименование	Значение
Наименование здания	<input type="text"/>
Функциональное назначение здания	Детские дошкольные учреждения (детский сад, ясли, дом ребенка) ▾
Характеристика здания	Здание каркасное, с железобетонным или металлическим каркасом, с оштукатуренным каркасом каменными материалами ▾
Количество лет, прошедших с момента постройки здания или с момента последнего капитального ремонта	<input type="text"/>
Количество людей в здании, чел.	<input type="text"/>
Месторасположение здания (среднегодовая температура воздуха, град.)	<input type="text"/> ▾ другое

Powered By Libray

Рисунок 6. Рабочая область инструментария «Частотный анализ ОЗ».

Безопасность в Техносфере

Взвеш

Добро пожаловать! Услуги Прогноз Инструменты WMI О нас Обучение

поиск | Инструменты | Частотный анализ | Настройка ЧА

Настройки частотного анализа

НАСТРОЙКА

1. Допустимый интервал варьирования частот: 0.1

2. Ожидаемые характеристики здания:

Факторы	Значение
Относительность здания	1.7
Степень износа легкоразрушаемого оборудования в здании	0.8
Среднегодовая температура воздуха	0.2

Сохранить

На главную страницу

Относительность здания под ответственностью определяет способность конструктивных элементов здания сохранять прочность в условиях пожара.

Группы возводимости и максимальные пределы ответственности основных строительных конструкций устанавливаются по СНиП 2.01.02-85*. В соответствии с группами определены количественные значения, влияющие на уровень пожарной безопасности (табл. 1).

Таблица 1. Количественные значения групп ответственности основных строительных конструкций

Тип здания	Относительность основных строительных конструкций	Количественное значение фактора, μ_f
Здания особо капитальные с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каменными материалами	I	0.9 - 0.2
Здания капитальные со стенами из штучных кирпичей или крупноблочные	II	0.21 - 0.4
Здания со стенами из облицованной кирпичной кладки	III	0.41 - 0.6
Здания со стенами из облицованной кирпичной кладки, колонны и столбы кирпичные или деревянные, перекрытия железобетонные	IV	0.61 - 0.8
Здания деревянные с брусчатыми или брусчатыми рублеными стенами	V	0.81 - 1.0

Рисунок 7. Рабочее окно «Настройка».

Результаты расчета:

Характеристика здания:

Наименование здания:	Школа № 3
Функциональное назначение объекта:	Детские дошкольные учреждения (детский сад, ясли, дом ребенка)
Характеристика здания:	Здание каркасное, с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением кирпича каменными материалами
Количество лет, прошедших с момента постройки здания или с момента последнего капитального ремонта:	44
Количество людей в здании, чел.:	253
Месторасположение здания, среднегодовая температура воздуха, град.:	Ижевск (+2,3)

Частота возникновения пожара:

Частота возникновения пожара в здании:	0.00002890
Средняя частота возникновения пожара в здании (в расчете на одного человека):	0.0000972

Рисунок 8. Окно «Результаты расчета».

Данный инструментарий позволяет оценить частоту возникновения пожара в зависимости от характеристик здания, провести ранжирование территориальных образований по частоте возникновения пожара.

Третья глава посвящена анализу полученных значений частоты возникновения пожара в зависимости от характеристик зданий образовательных учреждений Удмуртской Республики, ранжированию территориальных образований Удмуртской республики по частоте возникновения пожара в образовательных учреждениях.

За последние пять лет с 2006 по 2010 г. в системе образования произошло 2242 пожара, на которых погибло 28 человек. При этом доля пожаров, произошедших в общеобразовательных учреждениях, составляет 63 % от всего количества пожаров на объектах образования.

В процентном отношении причины пожаров в образовательных учреждениях распределяются следующим образом:

- неосторожное обращение с огнем - 52 %;
- нарушение правил эксплуатации электрооборудования – 23 %;
- поджоги – 5 %;
- неисполнение должностными лицами требований по обеспечению пожарной безопасности – 20 %.

В Удмуртской республике за пять лет в образовательных учреждениях произошло 53 пожара. В ходе выполнения работы по гранту АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» «Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа управления рисками в образовательных учреждениях России» были проанализированы здания общеобразовательных учреждений Удмуртской республики с целью ранжирования муниципальных образований Удмуртии по частоте возникновения пожаров в зданиях общеобразовательных учреждений. Выборка включала 228 зданий общеобразовательных учреждений, расположенных в муниципальных образованиях Удмуртии.

На первом этапе была проведена оценка математических ожиданий факторов (огнестойкость строительных конструкций здания, износ здания, климатический фактор). Для определения μ_1 образовательные учреждения сгруппированы в зависимости от огнестойкости строительных конструкций здания (табл. 3).

Таблица 3

Огнестойкость зданий общеобразовательных учреждений

Число образовательных учреждений, шт.	Огнестойкость строительных конструкций, %
40	10
113	20
28	30
42	40
5	60

В результате получено математическое ожидание значения первого фактора $\langle \mu_1 \rangle = 0,2711$.

Для определения μ_2 рассмотрены сроки службы образовательных учреждений и проведено сравнение фактического срока службы здания с нормативным сроком службы здания. Математическое ожидание значения второго фактора $\langle \mu_2 \rangle$ в результате расчетов равно 0,2745. Полученные данные по износу здания общеобразовательных учреждений представлен в таблице 4.

Таблица 4

Износ зданий общеобразовательных учреждений

Число образовательных учреждений, ед.	Износ здания, %
65	0,6 – 13,49
91	13,49 – 26,38
37	26,38 – 39,27
7	39,27 – 52,17
10	52,17 – 65,06
5	65,06 – 77,95
2	77,95 – 90,85
7	90,85 -103,74
0	103,74 – 116,63
0	116,63 – 129,53

0	129,53 – 142,42
1	142,42 – 155,31
1	155,31 – 168,21
0	168,21 – 181,10
2	181,10 - 194

Климатические характеристики при оценке частоты возникновения пожара не учитывались в связи с тем, что все образовательные учреждения находятся в одной климатической зоне.

На втором этапе с помощью указанного ранее программного комплекса были определены средние значения частоты возникновения пожара в образовательных учреждениях муниципальных образований Удмуртской Республики и внутригородских районов г. Ижевска.

Средние значения частоты возникновения пожара определяли по следующей формуле

$$\bar{Q}_n = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}, \quad (3)$$

где Q_i - частота пожара в здании i на одного человека;

N_i - число людей в здании i ;

n - число зданий в районе.

Проведено сравнение полученных значений со средним значением частоты возникновения пожара в общеобразовательных учреждениях России (школа, школа-интернат, детский дом, лицей, гимназия, колледж), равным $4,16 \cdot 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося) (рисунки 9, 10).

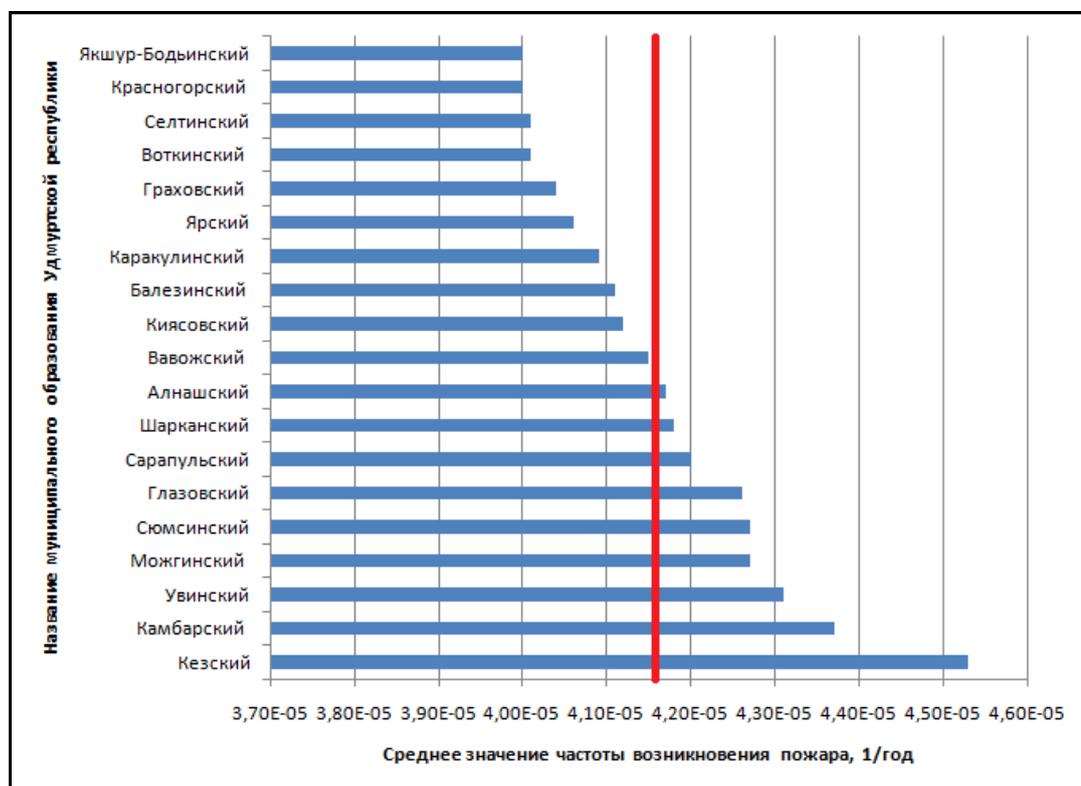


Рисунок 9. Среднее значение частоты возникновения пожара в образовательных учреждениях внутригородских районов г. Ижевска относительно среднего значения частоты возникновения пожара по России

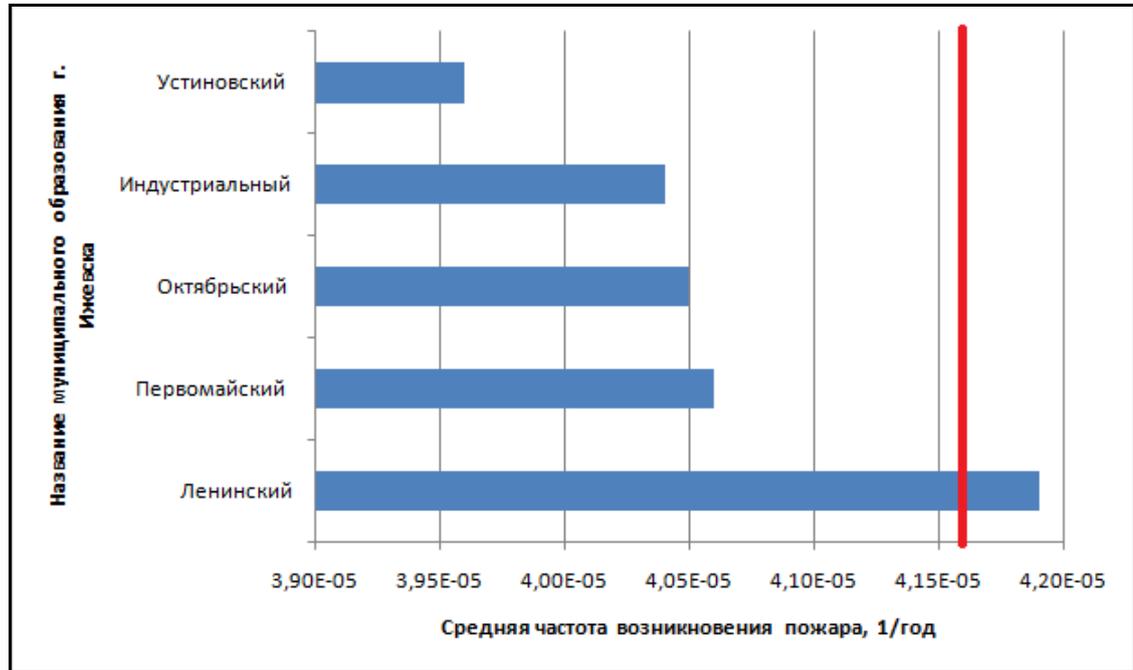


Рисунок 10. Среднее значение частоты возникновения пожара в образовательных учреждениях муниципальных образований Удмуртской Республики относительно среднего значения частоты возникновения пожара по России

На основе полученных средних значений частоты возникновения пожара было проведено ранжирование образовательных учреждений муниципальных образований Удмуртской Республики и внутригородских районов г. Ижевска (таблица 5).

Таблица 5

Ранжирование территориальных образований Удмуртской Республики по частоте возникновения пожара в образовательных учреждениях

№ п/п	Муниципальные образования	Среднее значение частоты возникновения пожара, 1/год
<i>Районы Удмуртской Республики</i>		
1	Кезский	$4,53 \cdot 10^{-5}$
2	Камбарский	$4,37 \cdot 10^{-5}$
3	Увинский	$4,31 \cdot 10^{-5}$
4	Можгинский	$4,27 \cdot 10^{-5}$
5	Сюмсинский	$4,27 \cdot 10^{-5}$
6	Глазовский	$4,26 \cdot 10^{-5}$
7	Сарапульский	$4,20 \cdot 10^{-5}$
8	Шарканский	$4,18 \cdot 10^{-5}$
9	Алнашский	$4,17 \cdot 10^{-5}$
10	Вавожский	$4,15 \cdot 10^{-5}$
11	Киясовский	$4,12 \cdot 10^{-5}$
12	Балезинский	$4,11 \cdot 10^{-5}$
13	Каракулинский	$4,09 \cdot 10^{-5}$
14	Ярский	$4,06 \cdot 10^{-5}$
15	Граховский	$4,04 \cdot 10^{-5}$
16	Воткинский	$4,01 \cdot 10^{-5}$
17	Селтинский	$4,01 \cdot 10^{-5}$
18	Красногорский	$4,00 \cdot 10^{-5}$

19	Якшур-Бодьинский	$4,00 \cdot 10^{-5}$
<i>Районы г. Ижевска</i>		
1	Ленинский	$4,19 \cdot 10^{-5}$
2	Первомайский	$4,06 \cdot 10^{-5}$
3	Октябрьский	$4,05 \cdot 10^{-5}$
4	Индустриальный	$4,04 \cdot 10^{-5}$
5	Устиновский	$3,96 \cdot 10^{-5}$

Из приведенных в таблице 5 данных следует, что наибольшая средняя частота возникновения пожаров наблюдается в Кезском районе. Огнестойкость зданий образовательных учреждений Кезского района составляет 43 %; износ зданий 76%. Наименьшая средняя частота возникновения пожаров отмечена в Красногорском и Якшур-Бодьинском районах, огнестойкость зданий в данных районах соответственно 20% и 25 %, износ зданий – 7 % и 18 %.

В образовательных учреждениях внутригородских районов г. Ижевска наибольшее среднее значение частоты возникновения пожара зафиксировано в Ленинском районе, огнестойкость зданий – 33 %, износ зданий – 41%, наименьшее среднее значение частоты возникновения пожара отмечено в Устиновском районе, где среднее значение по огнестойкости зданий составляет – 15 %, износ зданий – 17 %..

Таким образом, в категории «муниципальные образования» Удмуртской Республики в 9 из 19 муниципальных образований среднее значение частоты возникновения пожара превышает среднее значение частоты возникновения пожара по России. В категории «внутригородские районы» г. Ижевска во всех образовательных учреждениях среднее значение частоты возникновения пожара не превышает среднее значение частоты возникновения пожара по России. Оценка среднего значения частоты возникновения пожара обеспечила ранжирование муниципальных образования Удмуртской Республики, тем самым были выявлены территориальные образования, требующие дополнительных мероприятий по повышению пожарной защищенности общеобразовательных учреждений.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

В данной работе решена задача прогнозирования частот возникновения пожаров в общественных зданиях и сооружениях. Для прогнозирования был разработан программный комплекс оценки частоты возникновения пожара, выполняющий функции одного из сервисов проблемно-ориентированного ресурса “Безопасность в техносфере”, доступного по сети Интернет (<http://rintd.ru>). Проведено тестирование Сервиса на примере ранжирования общеобразовательных учреждений Удмуртской республики по уровню частоты возникновения пожара. Проведено ранжирование районов Удмуртской республики по частоте возникновения пожаров в общеобразовательных учреждениях.

Основные научные результаты, выводы и предложения, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, сводятся к следующему:

- 1) Проведен системный анализ причин возникновения пожаров в общественных зданиях. Выделены основные факторы, влияющие на частоту возникновения пожара: огнестойкость строительных конструкций здания, износ здания, климатические характеристики территории.
- 2) Разработан алгоритм оценки частоты возникновения пожара в здании с учетом имманентных свойств здания и территории.
- 3) Разработан программный комплекс «Частотный анализ пожарной безопасности общественных зданий» (Программный комплекс «Частотный анализ ОЗ»), доступный по сети Интернет по адресу <http://rintd.ru/freqa>, позволяющий прогнозировать частоту возникновения пожара в здании, с учетом имманентных свойств здания и территории.
- 4) Проведено ранжирование районов Удмуртской республики по частоте возникновения пожаров в общеобразовательных учреждениях. Выделены муниципальные образования Уд-

муртской республики, в которых частота возникновения пожаров в общеобразовательных учреждениях, превышает средний по России уровень.

Дальнейшее развитие работы состоит в разработке алгоритма для оценки частоты возникновения пожара на опасных производственных объектах, разработка инструментария для автоматизированной оценки частоты возникновения пожара на опасных производственных объектах.

Основные положения диссертации изложены в публикациях:

в ведущих рецензируемых журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК:

1. Колодкин В.М., Варламов Д.В., Малых (Варламова) Д.М. Количественная оценка пожарного риска образовательных учреждений // Пожаровзрывобезопасность. - 2010. - Т. 19, № 4. - С. 4-7. (п.л.).
2. Варламова Д. М., Колодкин В.М. Частотный анализ пожарной безопасности общественных зданий (на примере образовательных учреждений Удмуртской Республики) // Безопасность в техносфере. - 2011. - № 3. - С. 42-45. - Библиогр.: с. 45 (4 назв.).
3. Варламова Д. М., Колодкин В.М. Ранжирование общеобразовательных учреждений Удмуртской Республики по частоте возникновения пожаров опасность (в печати, ожидается в журнале «Пожарная безопасность», № 4, 2011 г.).

в иных изданиях:

4. Варламова Д.М. Программный комплекс «Частотный анализ пожарной безопасности общественных зданий» // Безопасность в техносфере: сб. ст. / науч. ред. В.М. Колодкин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет». Выпуск 7, 2011. – с. 35 – 47.
5. Варламова Д.М. Анализ причин возникновения пожаров в общественных зданиях // Безопасность в техносфере: сб. ст. / науч. ред. В.М. Колодкин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет». Выпуск 7, 2011. – с. 146 – 150.
6. Варламова Д.М. Инструментарий для оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях и сооружениях // Производство. Технология. Экология.: Материалы Международной конференции с элементами научной школы для молодежи. Ижевск: Удмурт. ун-т, 2010. - С. 15-18.
7. Динамический паспорт безопасности // Безопасность критичных инфраструктур и территорий: III Всерос. науч.-техн. конф. и симп. «XIII школа молодых ученых»: материалы конф. и шк. / отв. ред. С. А. Тимашева. - Екатеринбург, 2009. - С. 222-223.
8. Варламов Д.В., Малых (Варламова) Д.М. Вероятностный анализ аварийных ситуаций // Безопасность в техносфере / Удмурт. регион. отд-ние Общерос. обществ. орг. «Рос. науч. о-во анализа риска», ГОУВПО «УдГУ», Учеб.-науч. ин-т природ. и техноген. катастроф; науч. ред. В. М. Колодкин. - Ижевск: Изд-во УдГУ, 2009. - Вып. 5. - С. 51-62. - Библиогр.: с. 61-62 (7 назв.). - Ил.: 5 рис., 1 табл.
9. Варламов Д.В., Малых (Варламова) Д.М. Вероятностный анализ аварийных ситуаций // Безопасность критичных инфраструктур и территорий: III Всерос. науч.-техн. конф. и симп. «XIII школа молодых ученых»: материалы конф. и шк. / отв. ред. С. А. Тимашева. - Екатеринбург, 2009. - С. 129.
10. Динамический Паспорт безопасности Удмуртской Республики / В.М. Колодкин, П.М. Фомин, Д.В. Варламов, Д.М. Малых (Варламова), Г.П. Князев, А.А. Яценко и др. // Безопасность в техносфере / Удмурт. регион. отд-ние Общерос. обществ. орг. «Рос. науч. о-во анализа риска», ГОУВПО «УдГУ», Учеб.-науч. ин-т природ. и техноген. катастроф; науч. ред. В. М. Колодкин. - Ижевск: Изд-во УдГУ, 2009. - Вып. 5. - С. 16-22.
11. Варламов Д.В., Малых (Варламова) Д.М. Практика разработки паспортов безопасности опасных производственных объектов в среде сервиса // Безопасность в техносфере / Удмурт. регион. отд-ние Общерос. обществ. орг. «Рос. науч. о-во анализа риска», ГОУВПО «УдГУ», Учеб.-науч. ин-т природ. и техноген. катастроф; науч. ред. В. М. Колодкин. - Ижевск: Изд-во УдГУ, 2009. - Вып. 5. - С. 35-47. - Ил.: 8 рис.
12. Проблемно-ориентированный сервис «Декларация пожарной безопасности общественных зданий и сооружений» / В.М. Колодкин, Д.В. Варламов, О.А. Морозов, Д.М. Малых

(Варламова), А.А. Яценко, Г.П. Князев, М.Е. Подшивалов и др. // Безопасность в техносфере: сб. статей / Удмурт. регион. отд-ние Общерос. обществ. орг. «Рос. науч. о-во анализа риска», ГОУВПО «УдГУ», Учеб.-науч. ин-т природ. и техноген. катастроф; науч. ред.: В. М. Колодкин, И.Л. Бухарина. - Ижевск: Удмурт. ун-т, 2010. - Вып. 6. - С. 11-21. - Библиогр.: с. 21 (7 назв.).

13. Малых (Варламова) Д.М. Проблемно-ориентированный Сервис прогнозирования частот аварий // Молодежный инновационный форум Приволжского федерального округа, УлГТУ, 12-14 мая 2010 г.: сб. аннот. проекта / Ульянов. центр трансфера технологий. - Ульяновск: УлГТУ, 2010. - С. 274-275.

14. Малых (Варламова) Д. М. Проблемно-ориентированный сервис «Прогнозирования частоты возникновения пожара в общественных зданиях и сооружениях» // Безопасность в техносфере: сб. статей / Удмурт. регион. отд-ние Общерос. обществ. орг. «Рос. науч. о-во анализа риска», ГОУВПО «УдГУ», Учеб.-науч. ин-т природ. и техноген. катастроф; науч. ред.: В. М. Колодкин, И.Л. Бухарина. - Ижевск: Удмурт. ун-т, 2010. - Вып. 6. - С. 43-63. - Библиогр.: с. 61-63 (21 назв.).

15. Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа снижения ущерба при авариях и катастрофах // Безопасность критических инфраструктур и территорий: III Всерос. науч.-техн. конф. и симп. «XIII школа молодых ученых»: материалы конф. и шк. / отв. ред. С. А. Тимашева. - Екатеринбург, 2009. - С. 220-221.

16. Проблемно-ориентированный сервис для создания паспортов безопасности образовательных учреждений России «РИСК-АНАЛИТИК ОУ» // Молодежный инновационный форум Приволжского федерального округа УлГТУ, 12-14 мая 2009 года: Сб. аннот. проектов / УлГТУ, Ульяновск. центр трансфера технологий. - Ульяновск: УлГТУ, 2009. – С. 33-34.

17. Сервис для составления паспортов и деклараций безопасности // Безопасность критических инфраструктур и территорий: II Всерос. науч.-техн. конф. и симп. «XII школа молодых ученых»: тез. докл. / отв. ред. С. А. Тимашев. - Екатеринбург, 2008. - С. 38.

18. Web-сервис решения задач риск-анализа // Природоресурсное, аграрное, экологическое право: теория, практика, тенденции развития : материалы междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 28 марта 2008 г. / Ком. по агропром. комплексу, земел. отношениям, природопользованию и охране окружающей среды Госсовета УР, ИПСУиБ УдГУ, Удмурт. филиал Ин-та филологии УрО РАН; науч. ред. В. Н. Яковлев. - Ижевск, 2008. - 251-257. - Библиогр.: с. 256-257 (8 назв.).

свидетельства:

19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010613665 от 4 июня 2010 г. «Программный комплекс формирования Декларации пожарной безопасности». Авторы: Колодкин В.М., Подшивалов М.Е., Морозов О.А., Яценко А.А., Гайфуллина Д.Р. Князев Г.П., Малых (Варламова) Д.М. М.: Роспатент РФ, 2010.

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615467 от 13 июля 2011 г. «Программный комплекс «Частотный анализ пожарной безопасности общественных зданий». Авторы: Колодкин В.М., Варламова Д.М. М.: Роспатент РФ, 2010.

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615672 от 20 июля 2011 г. «Программный комплекс «Редактор построения дерева событий». Авторы: Варламов Д.В., Варламова Д.М. М.: Роспатент РФ, 2010.

Работа поддержана грантом 2.2.3.2/936 «Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа управления рисками ВУЗов России» (в рамках программы «Развитие научного потенциала высшей школы, 2009 - 2011 годы).

Автореферат

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ПОЖАРА В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

Подписано к печати . Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Усл.печ.л., _____

Заказ _____. Тираж 50 экз.

Отпечатано в типографии Издательства «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корп.4