

## Оценка пожарных рисков в среде проблемно-ориентированного Ресурса "Безопасность в техносфере" (<http://rintd.ru/>).

Колодкин В.М., Морозов О.А., Варламов Д.В., Яценко А.А., Трошков А.С.

Общепринятой характеристикой уровня пожарной безопасности общественных зданий в России является величина индивидуального пожарного риска. Сопоставительный анализ количественных значений оценок пожарного риска позволяет выделить здания с высоким уровнем пожарной опасности. Именно к этим объектам должны, в первую очередь, применяться меры по уменьшению пожарной опасности. Динамика изменения количественных оценок риска позволяет проверить эффективность мер и, при необходимости, откорректировать меры, направленные на снижение ущербов от пожаров в общественных зданиях. Количественная оценка пожарного риска обеспечивает условия для ранжирования зданий по уровню пожарной опасности, позволяет определиться с путями снижения уровня опасности с учетом существующих финансовых ограничений. Ранжирование зданий по уровню пожарной опасности является необходимым условием для управления рисками, для применения организационных, экономических рычагов по снижению рисков.

Проблема заключается в том, что прогнозирование уровня пожарной опасности должно быть выполнено с согласованной точностью для всех общественных зданий в пределах территориального образования. Вместе с тем, требуемая точность прогнозирования последствий пожара, разнообразие внутреннего строения общественных зданий и прочие причины, предопределяет использование сложных математических моделей. Проблема усугубляется тем, что с ростом требований по сложности моделей, возрастают требования к вычислительным ресурсам. Поэтому разнообразие задач и требований по точности решений приводят к разнообразию программных средств. В результате, программные комплексы для решения практически значимых задач в области прогнозирования последствий пожара становятся малодоступны для специалистов в области пожарной безопасности.

Отмеченное противоречие между сложностью математических моделей, с одной стороны, и необходимостью исследования уровня пожарной опасности для огромного количества зданий, с другой стороны, может быть преодолено на базе интеграции математической теории безопасности с современными информационными технологиями. Цель интеграции – обеспечить доступ к математическим моделям прогнозирования последствий пожаров и соответствующим программным продуктам, широкому кругу Пользователей (представителям экспертных, страховых организаций, представителям собственников зданий и т.д.). Интеграция позволит предоставить конечному Пользователю инструментарий для прогнозирования уровня пожарной опасности зданий; для выявления общественных зданий с недостаточной пожарной защищенностью; для выявления экономически обоснованных мероприятий по снижению ущербов при пожарах. Путь интеграции лежит через создание (развитие) проблемно-ориентированного Ресурса[1] на базе открытой аппаратно-независимой тиражируемой программной платформы.

Остановимся еще раз на принципах, положенных в основу разработки открытой платформы для предоставления услуг OpenPSI[2]. Это принципы: проектности, использование представления о работе с платформой как о наборе бизнес-процессов, предоставление услуг расчета риска в виде сетевой среды управления контентом на основе технологии web 2.0, принципиальная гибкость выбора вычислительных методов на основе модели открытого программного обеспечения, высокая масштабируемость для целей массового обслуживания, применение решений на всех уровнях для возможно более быстрого исправления ошибок, оперативное изменение методик расчетов.

Модель взаимодействия человека-эксперта с платформой основывается на понятиях проекта и бизнес-процесса. То есть все действия производятся в рамках некоторой последовательности работ по проекту, которая и отражается в виде бизнес-процесса разработчиками. Например, создание декларации пожарной безопасности — это простой проект. Для пользователя такой бизнес-процесс отражается в виде кнопки в рабочем кабинете с пометкой

«Создать декларацию пожарной безопасности». Метафора «рабочего кабинета» позволяет свести воедино как все возможные действия пользователя, так и все его задачи в рамках уже выполняющихся проектов. Это, в свою очередь, позволяет обойтись без применения многочисленных меню и длинных пояснений, не теряя притом ни многообразия действий, ни полноты контроля пользователя за процессами.

Рабочий кабинет является частью портала предоставления услуг. Портал построен на основе технологии web 2.0 и предоставляет множество современных услуг, которые в комплексе позволяют более эффективно работать именно сообществу экспертов и разработчиков. Так, для организации социальной коммуникации портал предоставляет и вики и форумы, возможности мгновенной передачи сообщений присутствующим в данный момент пользователям, а также персональные страницы — публичные и частные. Именно поэтому становится возможным не в ущерб основной деятельности — выполнению проектов — включаться в деятельность по обмену опытом, быстрейшему выявлению и устранению ошибок.

Дополнительно, такой подход позволяет представить единообразным способом работу и по созданию декларации и по разработке паспорта безопасности объекта и многие другие задачи анализа риска, пополнять и дополнять их, что не требует переучивания пользователя каждый раз.

Проблемно-ориентированный Ресурс в настоящее время доступен в сети Интернет по адресу <http://rintd.ru/>. По функциональному назначению Ресурс подразделяется на отдельные Сервисы. Каждый Сервис Ресурса включает три взаимосвязанные составляющие: проектирующую, информационную и обучающую. Математическое обеспечение проектирующей компоненты Сервиса прогнозирования последствий пожара в общественном здании поддерживает процессы:

- Прогнозирования частоты возникновения пожара в общественном здании;
- Создания пространственно-информационной модели здания;
- Моделирования распространения пожара в здании (интегральная, зонная-CFAST [3] и полевая - FDS модели[4]);
- Моделирования эвакуации людей из здания в условиях пожара (модель индивидуально-поточного движения, модели, основанные на агентном подходе);
- Расчета оценок уровня пожарной опасности;
- Поиска минимума функционала времени эвакуации на пространстве доступных путей эвакуации.

Процессы прогнозирования поддержаны базой данных по свойствам строительных материалов здания, определяющих величину пожарной нагрузки. В результате обработки введенной Пользователем информации Интернет Ресурс формирует набор количественных характеристик уровня пожарной опасности. При этом последовательно моделируются все возможные варианты возникновения пожара, оцениваются последствия пожара (моделируется процесс эвакуации в условиях заданного сценария) и выбирается наиболее неблагоприятный вариант с точки зрения последствий. Траектория движения каждого человека при пожаре определяется из условия минимального интервала времени на эвакуацию всех людей из здания в условиях пожара. Траектория движения человека переопределяется, если на каком-либо участке эвакуации опасные факторы пожара достигают своих критических значений. Для формирования траектории эвакуации используется ненаправленный граф, который в автоматическом режиме строится по структуре, отражающей пространственное расположение помещений в здании.

Продемонстрируем методы оценки уровня пожарной безопасности общественных зданий на примере школьных зданий. Расчеты проводились в отношении ~ 120 школьных зданий, расположенных в пределах субъекта Российской Федерации. Расчеты и генерация соответствующих документов в рамках Сервиса осуществляется через упомянутый выше механизм «личных кабинетов». Функциональное наполнение страницы зависит от роли Пользователя. В качестве примера, приведем функциональное наполнение для ролей «учебное заведение» и «администратор учебных заведений».

Для роли «учебное заведение» доступен функционал расчета пожарного риска и формирования соответствующих документов (декларация пожарной безопасности, расчетно-пояснительная записка). Работа в рамках сервиса «Декларация ПБ» для данной роли сводится к следующей последовательности действий:

- Представление в систему данных по объекту, для которого будут формироваться документы. Данные по объекту включают: поэтажный план здания с размерами и типами помещений (тип характеризует свойства помещения, с точки зрения пожарной безопасности), возможное количество людей в каждом из помещений и в здании в целом. Для ввода в систему поэтажных планов используется специальная программа - редактор, которую можно «скачать» с официального сайта портала «Безопасность в техносфере» (<http://rintd.ru/declaration>). Ввод данных осуществляется для каждого этажа путем векторизации планов (оцифровка с растровых изображений). Информации по зданию сохраняется на компьютере Пользователя. Допускается ее редактирование. Данные по зданию экспортируются программой редактора в файл специального формата.
- Информация по зданию передается на сервер для расчета и генерации декларации и расчетно-пояснительной записки. С точки зрения Пользователя данный этап работы заключается в указании имени файла, содержащего информацию по зданию, и подачи команды «Загрузить».
- Сгенерированные документы доступны для «скачивания» с персонализированной страницы ресурса.

Отметим, что процедура расчета пожарного риска и формирования декларации пожарной безопасности поддерживается обучающей системой, которая доступна в рамках Ресурса через раздел «Обучение» ([http://rintd.ru/form\\_decl](http://rintd.ru/form_decl)).

Для роли «администратор учебных заведений» доступен функционал анализа обобщенных результатов по оценке пожарных рисков зданий образовательных учреждений. Для представления результатов расчетов используются два способа: табличный и картографический. На рисунках представлены примеры представления результатов расчетов, отсортированных по величине пожарного риска (рис.1) и по районам размещения школьных зданий (рис.2).

ОБЪЕКТ	РИСК	РАЙОН
МОУ «СОШ № 20»	0.0000015678	Ижевск
МОУ СОШ №51	0.0001091373	Ижевск
Сигаевская СОШ	0.0012926484	Сарапульский район
МОУ Красногорская гимназия	0.0012491981	Красногорский район
МОУ СОШ №24	0.0016692183	Ижевск
МОУ СОШ №54	0.0015931802	Ижевск
МОУ СОШ №97. Учебный корпус №2.	0.0016474931	Ижевск

Объект:

Район:

Люди:

Риск:

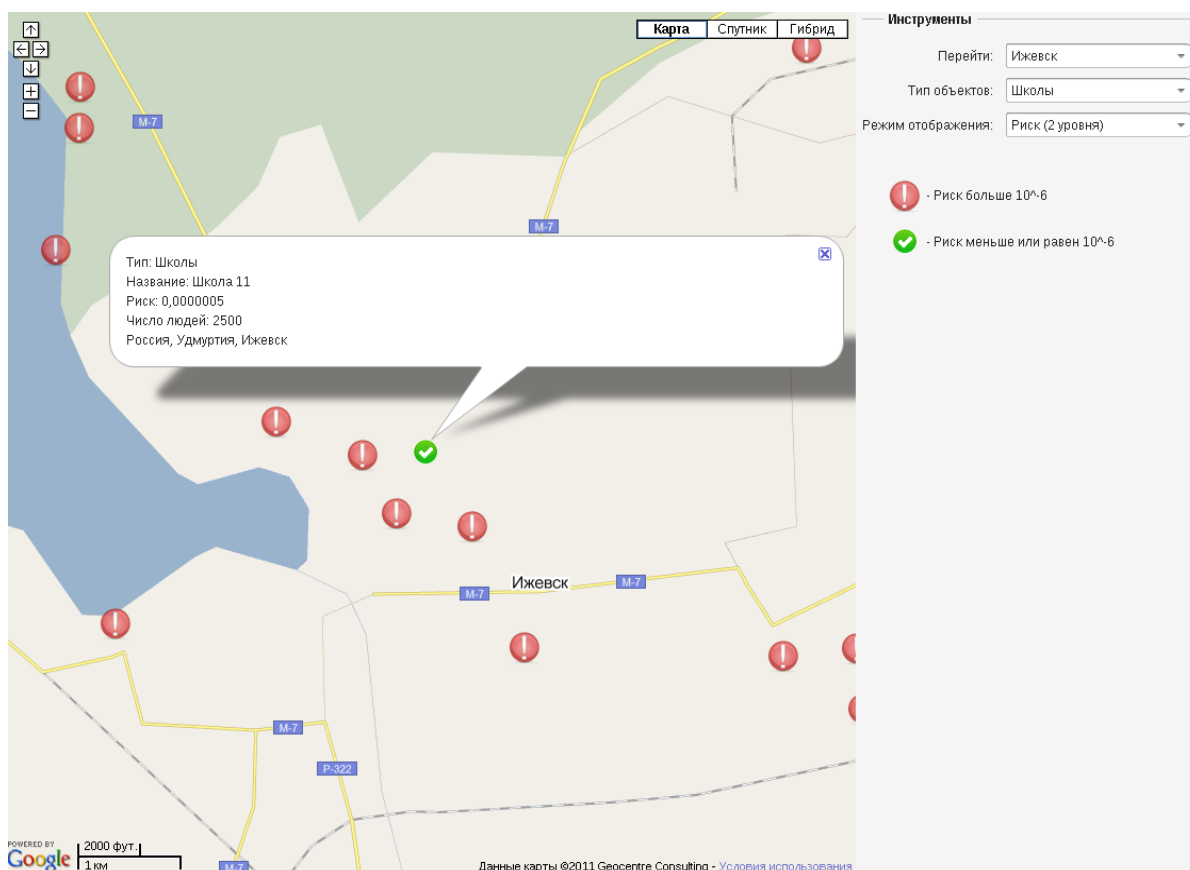
**Рис. 1.** Фрагмент таблицы с результатами расчетов пожарного риска по объектам.

РАЙОН	РИСК	ОБУЧАЮЩИЕСЯ
Алнашский район	0.0001244288	523
Балезинский район	0.0003794155	1445
Вавожский район	0.0000031612	213
Воткинский район	0.0000003283	783
Глазовский район	0.0000003223	178
Граховский район	0.0000001636	334

**Рис. 2.** Фрагмент таблицы с результатами расчетов пожарного риска по районам.

В картографическом виде результатов расчетов пожарного риска по объектам представлены в виде условных обозначений, нанесенных на карту местности (рис. 3). Карта формируется в автоматическом режиме и предоставляет следующие возможности для анализа:

1. Навигация в режиме схемы или в режиме снимков со спутников;
2. Навигация по заранее определенным закладкам;
3. Отображение на карте всех объектов или только определенного типа;
4. Визуализация различных расчетных данных (величина риска, количество реципиентов риска и т.д.) средствами условных обозначений (цветом, текстом);
5. Отображение расчетных данных для объекта на “сноске”.



**Рис. 3.** Картографическое представление результатов расчетов пожарного риска в зданиях школ.

Картографическое представление результатов расчетов построено на платформе «Карты Google»[5]. Пользователь имеет возможность “скачать” картографическую информацию любого района земного шара в различных видах (спутниковые снимки, схемы, карты высот и т.д.). Для отображения результатов расчетов по объекту на карте осуществляется “привязка” к определенной точке. “Привязка” осуществляется путем указания географических координат объекта в системе WGS84[6].

Подводя итог всему вышесказанному можно утверждать, что данный подход является инновационным в данной области и не имеет аналогов. Выделим ряд преимуществ:

1. Производить расчеты и вносить изменения можно незамедлительно;
2. Порог вхождения в разработки документов минимален;
3. Не требуется установка отдельного программного обеспечения, с которым всегда возникают проблемы;
4. Для работы необходимы две составляющие: подключение к интернету и Интернет – обозреватель;

5. Кроссплатформенность, не требуется установления определенного вида Операционной системы;
6. Не требуется техническая поддержка функционирования системы;
7. Все данные, необходимые для расчетов, сохраняются на Сервере, поэтому всегда можно сравнить полученные результаты с входными данными;
8. Процесс разработки можно приостановить в любой момент и в любой момент его продолжить.

Таким образом, один из возможных подходов к решению проблемы снижения ущерба от пожаров в общественных зданиях России, проходит через развитие и применение в повседневной практике проблемно-ориентированного Ресурса «Безопасность в техносфере» (<http://rintd.ru/>). Ресурс может составить техническую основу системы оценки пожарных рисков в пределах территории Российской Федерации.

Сервисы, входящие в Ресурс, ориентированы как на решение конкретных практических задач, так и на применение в рамках сложных методик. Сервисы строятся на основе открытой аппаратно-независимой программной платформы, допускающей расширение банка алгоритмов и программ, расширения вычислительной сети и обеспечивающей дистанционный доступ к проектирующим и обучающим компонентам Сервиса, посредством сети Интернет.

Работа выполнена в рамках гранта АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» «Паспорт безопасности образовательного учреждения как основа управления рисками в образовательных учреждениях России».

### Список литературы

1. Колодкин В.М. Интернет Ресурс поддержки расчетов пожарных рисков для общественных зданий // Материалы Международной конференции с элементами научной школы для молодежи «Производство. Технология. Экология» науч. ред.: В. М. Колодкин, И.Л. Бухарина. - Ижевск: Удмурт. ун-т, 2010, с 11-19.
2. Морозов О.А. Открытая платформа интеграции сервисов "Безопасность в техносфере" // Материалы Международной конференции с элементами научной школы для молодежи «Производство. Технология. Экология» науч. ред.: В. М. Колодкин, И.Л. Бухарина. - Ижевск: Удмурт. ун-т, 2010.
3. Fire Growth and Smoke Transport Modeling with CFAST ( <http://cfast.nist.gov/> )
4. <http://fire.nist.gov/fds/>
5. <http://code.google.com/intl/ru-RU/apis/maps/index.html>
6. [http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/tr8350\\_2.html](http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/tr8350_2.html)