

УДК 630\*432.31

## Обучающая система тушения лесных пожаров с применением комплекта полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150

### Training system for extinguishing forest fires using portable trunk pipeline PMTP-150-150

#### Аннотация:

На сегодняшний день проблема лесных пожаров является одной из наиболее острых проблем в Российской Федерации и во многих странах мира. Учебный тренажер для специалистов, занятых ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций вызванных лесными пожарами, основанный на методах математического моделирования, может помочь решить эту проблему. Данная программа может быть использована для обучения специалистов МЧС России, военнослужащих тыла Вооруженных сил Российской Федерации, оперативной оценки ситуации, как источник информации для принятия оперативных решений.

**Ключевые слова:** математические методы моделирования, лесные пожары, учебный тренажер, полевой магистральный трубопровод.

#### Abstract:

Nowadays one of the most actual problems in Russian Federation and many countries of the world is forest fires. The training simulator is designed for specialists, involved in forest fires elimination. It is based on mathematic simulation methods and can help to solve this problem. The given program can be used for training specialists of Emercom of Russia, personnel of military forces of Russian Federation, operative assessment of a situation and as information resource to make operative decisions.

**Key words:** mathematic simulation methods, forest fire, training simulator, portable trunk pipeline.

**С.В. Яровой<sup>1</sup>,**

**В.В. Рябинин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Сибирский государственный технологический университет

<sup>2</sup>ФГБУВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

*ach\_bask@mail.ru*

*ninibair@bk.ru*

**Yarovoy Sergey<sup>1</sup>,**

**Ryabinin Vladimir<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FSBEE HE Siberian State Technological University

<sup>2</sup>FSBEE HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

#### Рецензент:

**Г.А. Доррер**

*д-р техн. наук, проф.*

Проблема природных пожаров для России стоит очень остро, особенно это выражено в 2015 и 2016 года на территории Сибирского Федерального округа. Каждый год от лесных пожаров гибнут тысячи гектаров леса, что приносит большой колоссальный ущерб не только экологии, но и экономике нашей страны. Однако наибольшую опасность природный пожар представляет для отдаленных населенных пунктов, которые оказываются в непосредственной близости от него. Причинами возникновения данных пожаров могут быть различные факторы, как природные (грозовые разряды и молнии), так и антропогенные (туристический отдых, сельскохозяйственный пал и др.).

Для того чтобы эффективно бороться со стихийными природными пожарами, необходимо решить проблему подготовки квалифицированных кадров, которая невозможна без практических занятий. Одним из путей получения практических знаний является моделирование реальных ситуаций, и их решение обучаемыми в реальном времени.

В ходе работы над данной проблемой, была разработана информационная система, которая служит тренажером для руководителей подразделений, занятых ликвидацией чрезвычайных ситуаций, вызванных лесными пожарами. Подобные разработки уже осуществлялись ранее [1], однако на сегодняшний день они устарели как морально, так и технически. Таким образом, появилась необходимость реализовать тренажер на основе современных программных и телекоммуникационных средств [2-5].

Разработанный тренажер, имеющий название «Тайга-3», является ГИС с привязкой к реальной местности. В качестве модели распространения пожара была реализована модель, основанная на методе подвижных сеток [1]. Кромка пожара, согласно данной модели представлена в виде контура из точек, каждая из которых характеризуется координатами на плоскости и ссылками на следующую и предыдущую точку. Для расчета состояния контура на следующем шаге используется вектор ветра и скорость горения поверхности.

Данный метод имеет ряд преимуществ перед методом LevelSet, который активно распространен в США. Во-первых, расчет в методе подвижных сеток производится для каждой точки отдельно, что дает возможность учитывать различную скорость, направление ветра и горючесть поверхности для каждой точки из контура. Во-вторых, данный метод и программная его реализация не накладывает никаких ограничений по количеству используемых факторов и может быть дополнена модулями. В-третьих, скорости расчета кромки пожара методом LevelSet и методом подвижных сеток соизмеримы.

Для удобства использования тренажера вектор ветра задается для всех точек одновременно и считается, что ветер на территории всей карты одинаковой силы и направления. С горючестью поверхности дела обстоят несколько сложнее. Для того чтобы для каждой точки из контура получить горючесть, используется сервер с базой данных, в которой хранится информация о горючести в каждой точке поверхности карты. Сервер принимает пакетами запросы, включающие координаты точек, и возвращает горючесть поверхности для каждой точки в запросе.

Тренажер «Тайга 3» состоит из серверной части, написанной преимущественно на PHP и клиентской части, написанной преимущественно на JS. Для уменьшения нагрузки на сеть и лучшей масштабируемости большинство расчетов производится на клиентской части, что позволяет распределить нагрузку между всеми устройствами равномерно. Клиентская часть представлена двумя

веб-интерфейсами. Первый интерфейс - для администратора (преподавателя) и второй - для пользователя (обучаемого).

Преподаватель имеет возможность добавлять новые очаги пожара на карту, выставлять направление и скорость ветра, а также граничные значения площади гари, площади активного горения и длины кромки пожара. При превышении заданных значений считается, что обучаемый специалист не справился с задачей. После этапа обучения преподавателю предоставляется возможность в реальном (или сжатом) времени просмотреть ход обучения каждого обучаемого, выявить ошибки в его действиях.

Интерфейс пользователя несколько шире по функциональности. В нем имеется возможность просмотра всех параметров, заданных преподавателем, а также предоставлены инструменты для замедления распространения и локализации всех очагов пожара.

Для локализации пожара используются траншеи различной толщины и скорости постройки. При небольшой толщине траншеи и довольно высокой скорости распространения пожара возможна ситуация, когда пожар «перепрыгнет» через траншею, что осложняет задачу обучаемому. В случае если траншея не преодолена пожаром - огонь там полностью останавливается. Скорости строительства и ширина траншей взяты из нормативов МЧС России. Постройка траншей производится по алгоритму построения прямых Брезенхем [6].

Для замедления распространения кромки пожара используются авиасредства. С помощью самолета можно вылить на карту полосу из воды, задав координаты и направление сброса. Вертолет сбрасывает воду в виде эллипса. При попадании кромки пожара на область сброса воды, скорость ее распространения значительно снижается.

Кроме того, для локализации лесного пожара и прекращения распространения кромки пожара используется комплект полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150. С помощью трубопровода можно подать необходимый объем воды в назначенный район, или создать водяную завесу по точкам координат, аналогично использованию траншей. Скорость развертывания полевого магистрального трубопровода и производительность перекачки взяты из тактики трубопроводных соединений и частей [6].

Инструменты пожаротушения подключаются к расчетному блоку дополнительными модулями.

Ниже приведен пример локализации пожара, обучаемымис помощью представленных средств,



а именно с помощью комплекта полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150 (рис. 1-5).

На рис. 1 видно, как кромка пожара начала свое распространение и, что на данной территории имеется пункт складирования комплекта полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150.



Рис. 1. Распространения пожара

На рис. 2 мы видим, что от точки 1 (места сосредоточения комплекта полевого магистрального трубопровода) до точки 2 (места развертывания ответвлений с применением вставки оборудованной для орошения почвы водой) начато развертывание основной магистральной линии полевого магистрального трубопровода для локализации пожара.



Рис. 2. Начало развертывания полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150 для локализации пожара

На рис. 3 изображено развертывание ответвлений полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150 по предполагаемому фронту прохождения пожара, на котором будет выставлена водяная за-

веса, предназначенная для локализации лесного пожара.



Рис. 3. Развертывание ответвлений по предполагаемому фронту похождения пожара

На рис.4 показаны точки сброса воды из полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150 при создании водяной завесы. При расстановки точек необходимо учитывать орошаемый сектор каждой точки сброса воды.



Рис.4. Расстановка точек сброса воды

На рис.5 показано, что вода подана по трубопроводу, точки сброса воды указаны верно. Пожар на участке развертывания полевого магистрального трубопровода ПМТП-150-150 локализован. Огонь на данном участке прекратил свое распространение.

Если же обучаемый допустил ошибку при планировании действий вверенных ему средств, то кромка пожара продолжает двигаться и проходить через защищаемый объект, в данном случае населенный пункт расположенный на берегу реки Базаиха.

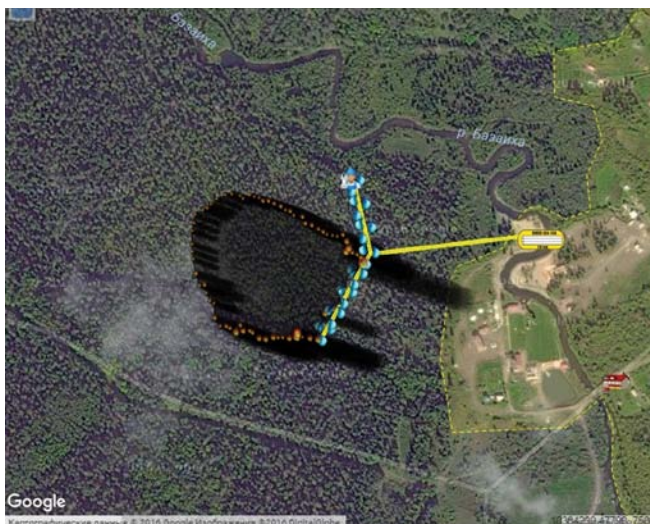


Рис. 5. Вода сброшена, точки сброса воды указаны правильно. Пожар на участке разворачивания трубопровода локализован

### Вывод

Исходя из выше представленного можно сделать вывод, что данный тренажер может быть применен в программе обучения как при подготовке специ-

алистов МЧС России, так и специалистов тыловых частей и соединений Вооруженных сил Российской Федерации.

### Литература

1. Доррер, Г.А. Динамика лесных пожаров / Г.А. Доррер. – Красноярск: СО РАН, 2008. – 404 с.
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем. / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. М.: Высшая школа, 1985, - 350с.
3. Бенькович, Е., Практическое моделирование динамических систем. / Е. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков. СПб.:БХВ-Петербург, 2002. – 464с.
4. «PHP, MySQL и другие веб-технологии», (электронный ресурс), / режим доступа: <http://php.su>.
5. «Справочник по Debian», (электронный ресурс), / режим доступа: <http://qref.sourceforge.net/quick/index.ru.html>.
6. Каграманян Б. Р. Тактика трубопроводных соединений и частей: Учеб. пособие. Часть 2 – Ульяновское высшее военно-техническое училище, 1993, - 434с.