

2. Дырдин С.Н. Теория сортировки кедрового вороха на горизонтальных разделяющих поверхностях // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 3–6.
3. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2003. – 246 с.



УДК 630.43:004.942

Н.А. Терентьева, Т.Н. Иванилова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВЕРОЯТНОСТНО-МНОЖЕСТВЕННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРОГНОЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИСДМ-РОСЛЕСХОЗ

В статье рассматривается проектирование и модель информационной подсистемы, использующей данные ИСДМ для прогнозирования распространения лесных пожаров.

Ключевые слова: лесные пожары, вероятностно-множественная модель, вероятность распространения, онтология.

N.A. Terentyeva, T.N. Ivanilova

PROJECTION OF FORECAST INFORMATION PROBABILISTIC-MULTIPLE SUBSYSTEM OF FOREST FIRE SPREADING ON THE BASIS OF ISDM-ROSLESKHOZ DATA

The projection and the model of information subsystem, which uses ISDM data for the forest fires spreading-forecast are considered in the article.

Key words: forest fires, probabilistic-multiple model, spreading probability, ontology.

Введение. В последние годы природные пожары составили значительную часть чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными процессами. В борьбе с пожарами важную роль играет их раннее обнаружение и прогнозирование распространения.

В России мониторинг лесных пожаров осуществляется с помощью информационной системы дистанционного мониторинга (ИСДМ) «Рослесхоз». Одним из направлений, позволяющих решить задачу прогноза динамики лесных пожаров, является математическое моделирование и внедрение информационных технологий.

В данной работе представлены результаты проектирования и описание моделей для прогнозирования распространения лесных пожаров на основе вероятностно-множественного математического аппарата.

Онтология лесного пожара в контексте его моделирования. Онтология – это точная спецификация некоторой предметной области. Построение онтологии сводится к выделению концептов – базовых понятий предметной области – и построению связей между концептами. В рамках задачи проектирования информационной системы построение онтологии позволяет определить соотношения и взаимодействия базовых понятий лесного пожара.

В качестве программного средства для создания онтологии был выбран Rational Rose (рис.1).

Исходные данные. Для работы подсистемы прогнозирования лесного пожара необходимы входные данные, которые могут быть получены в ИСДМ-«Рослесхоз». К ним относятся:

- данные о лесных пожарах, полученные подразделениями авиационной и наземной охраны лесов, и данные, поступающие со спутников серии NOAA, Terra и Aqua;
- метеоинформация, поступающая из организаций Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- картографическая информация (населённые пункты, растительный покров и т.д.), большей частью получена из оцифрованных карт Российской Федерации масштаба 2.5 миллиона или 1 миллиона.

Вся входная информация обрабатывается на сервере ИСДМ-Рослесхоз и дублируется на несколько информационных web-серверов, расположенных в каждом узловом центре ИСДМ-Рослесхоз (Красноярск, Хабаровск, Иркутск, Ханты-Мансийск, Новосибирск). Информация структурируется, каталогизируется и архивируется в банк данных и доступна из геоинформационной системы, интегрированной в web-интерфейс.

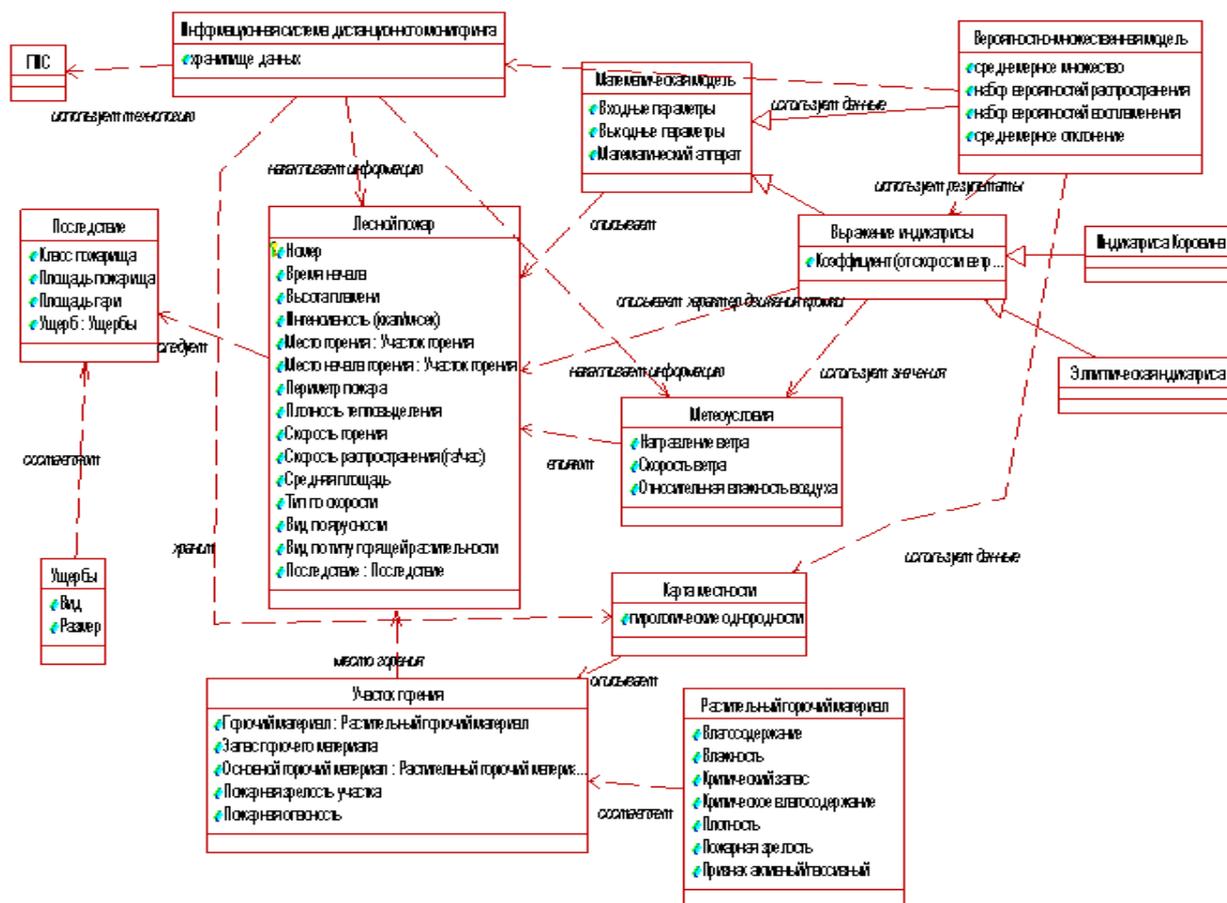


Рис. 1. Онтология лесного пожара в контексте его моделирования

Моделирование распространения лесного пожара вероятностно-множественными методами. В качестве математического аппарата для построения геометрической конфигурации прогнозируемого пожара взята вероятностно-множественная модель случайного распространения (Воробьев О.Ю., 1973; Иванилова Т.Н., 1976).

Распространение лесного пожара описывается с помощью процесса случайного распространения (ПСР), моделирующего на каждом временном шаге $(t+1)$ случайное конечное множество $K_{t+1} = K_t \cup^t S_x$, его расчет осуществляется итеративно в зависимости от значений вероятностей воспламенения и вероятностей локального распространения горения p , которые можно идентифицировать несколькими способами. В данной работе для i -го направления распространения

$$p_i = \frac{V_x \cdot \zeta(\varphi_i, w)}{V_{\max}}$$

где $\zeta(\varphi, w)$ – индикатриса скорости фронта пожара [1]; w – скорость ветра; φ – угол между направлением распространения горения из активной точки и направлением ветра; V_x – относительная скорость распространения горения; V_{\max} – максимальная скорость распространения горения. Оценку V_x можно осуществить с помощью модели Софронова [3], оценку V_{\max} – используя результаты нейросетевого прогноза [4].

Среднее значение случайного конечного множества определено как среднее множество. Расчет среднего множества и множественной дисперсии осуществляется по N реализациям случайного конечного множества [2].

Проектирование программного средства прогноза распространения лесного пожара на основе данных ИСДМ-Рослесхоз. Процесс прогнозирования контуров лесных пожаров был смоделирован при помощи диаграмм потоков данных IDEF0. Ниже представлена декомпозиция контекстной модели.

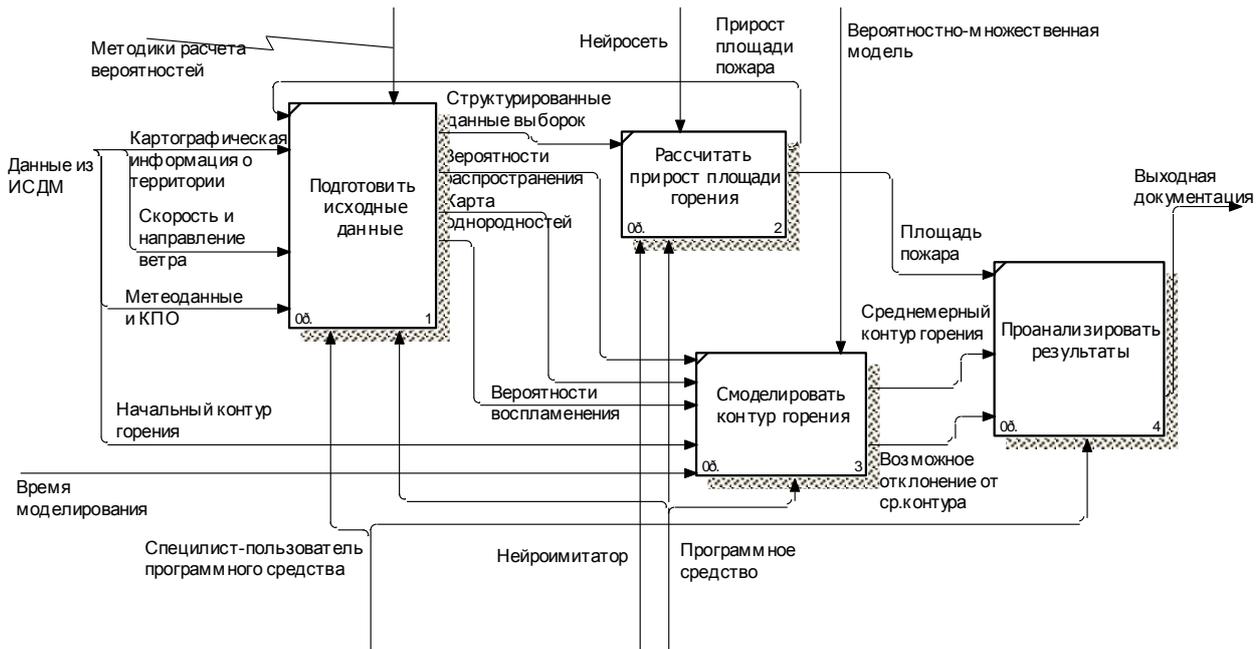


Рис. 2. Декомпозиция контекстной диаграммы

Для разрабатываемого программного средства наиболее подходящим разделом ИСДМ является «Архив оперативных пожарных продуктов», поскольку для выполнения прогноза необходимо знать параметры пожара (очаг горения, его положение на карте местности, время наблюдения). Эти данные могут быть получены из карточки пожара, которая вызывается путем выбора на интерактивной карте интересующей горячей области. Информация о метео данных выбирается в соответствующем разделе ИСДМ.

Собственно прогноз состоит из двух основных процессов: подготовки исходных данных для моделирования и построения контура горения, для каждого из них используется свой математический аппарат.

На первом этапе, на основании информации из ИСДМ о пожарах за предыдущие годы, выполняется прогноз суточного прироста площади пожара в гектарах. Для этого применяется нейроимитатор (процесс «Рассчитать прирост площади горения») [4].

Используя эти данные, можно оценить, например, предварительный ущерб и объем возможных затрат на ликвидацию, однако для практических мероприятий при тушении пожара желательно знать, достигнет ли огонь отдельных участков территории (что особенно важно для населенных пунктов, ценных участков леса, инженерных коммуникаций). На втором этапе рассчитывается возможная геометрическая форма пожара с применением вероятностно-множественной модели (процесс «Смоделировать контур горения»).

Для выполнения этого процесса на вход подаются следующие данные:

- карта территории X в виде растрового изображения, полученного из ИСДМ, с информацией о типах растительности и набора файлов в формате ArcMap. Изображение дополнительно обрабатывается;
- начальный контур горения X_0 , наложенный на карту местности, подгружается из растровых файлов, предварительно подготовленных на основе карточек пожаров ИСДМ, либо рисуется пользователем по карте;
- набор скоростей воспламенения – задается пользователем для всех цветов (в случае загрузки растрового изображения) либо слоев карты (при работе с ArcMap-файлами);
- набор значений скорости, направления ветра, относительной влажности воздуха с динамикой их изменения во времени.
- время (в часах), для которого необходимо получить прогноз.

Непосредственно перед моделированием эти параметры используются в подготовке исходных данных, включающей в себя расчет набора вероятностей локального распространения (с применением интерполяции для нахождения промежуточных значений в справочных таблицах), разделение карты на пирологические однородности и считывание их значений вероятностей, заданных пользователем (процесс «Подготовить исходные данные»).

На рисунке 3 приведена диаграмма, позволяющая оценить действия пользователя программного средства в вышеприведенном процессе моделирования.

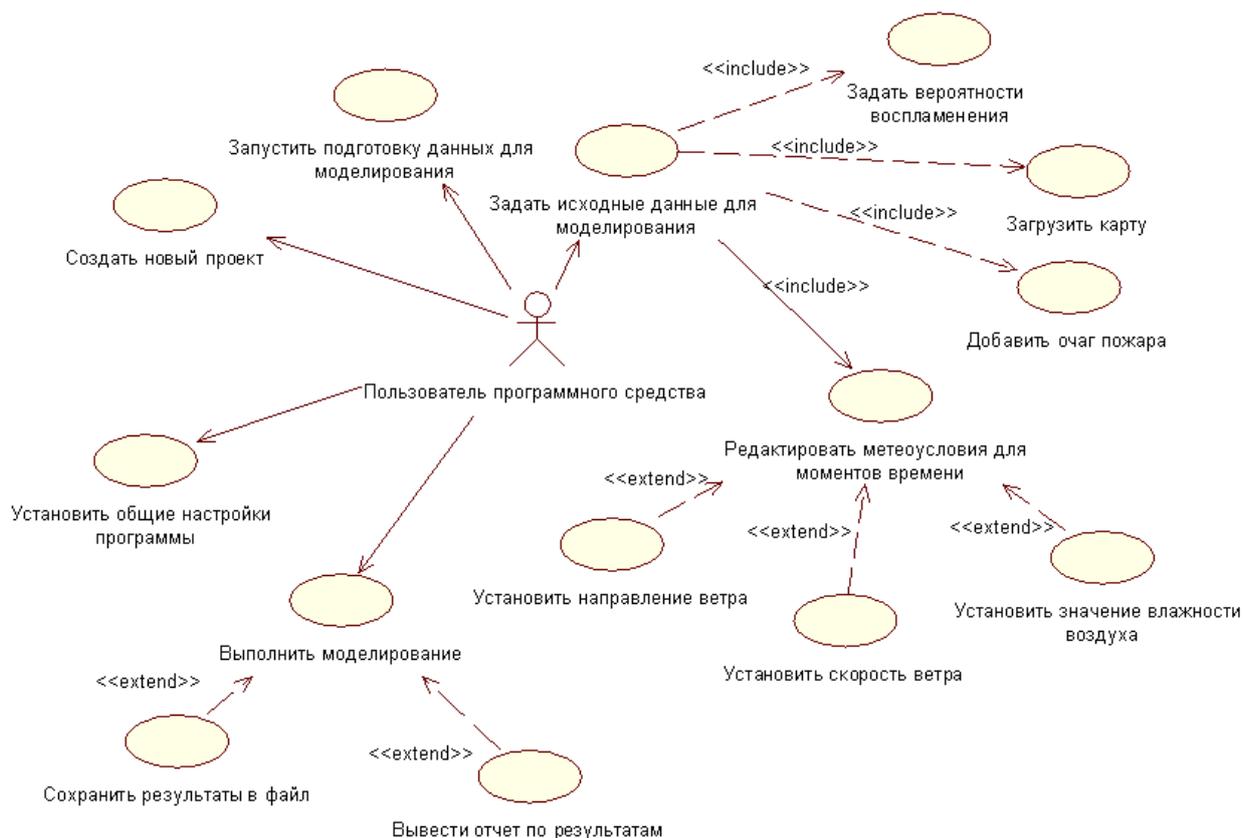


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

Заключение. Разрабатываемая информационная подсистема предназначена для прогнозирования распространения лесных пожаров и подготовки документов с результатами для дальнейшего анализа специалистом. Преимущество данного подхода состоит в том, что он наряду с оценкой среднего положения контура может дать оценку его дисперсии, т.е. возможного разброса относительно среднего положения.

Литература

1. Доррер Г.А. Динамика лесных пожаров. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 404 с.
2. Иванилова Т.Н. Вероятностно-множественные методы моделирования распространения лесных пожаров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 1990.
3. Волокитина А.В., Софронов М.А., Софронова Т.М. Охрана лесов от пожаров. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2007. – 124 с.
4. Итоговый отчет по научно-исследовательской работе «Тестирование моделей поведения лесных пожаров и методики прогнозирования распространения лесного пожара для оценки возможности использования их в ИСДМ- Рослесхоз» по договору №221/99 от 01.07.09): отчет о НИР / ГОУ ВПО «СибГТУ»; рук. Г.А. Доррер. – Красноярск, 2009. – 87 с.

