



Прогнозирование распространения лесного пожара в ArcGIS

Митакович С.А., Общество с ограниченной ответственностью «Инновации Технологий Решения в области Геоинформационных систем» (ООО «ИНТРО-ГИС»), г. Уфа, e-mail: S.Mitakovich@introlog.ru

Forest Fire Simulation in ArcGIS Environment

В статье указаны особенности прогнозирования распространения лесных пожаров и недостатки существующего программного обеспечения для решения этой задачи. Приведено описание разработанной ООО «ИНТРО-ГИС» специализированной подсистемы ArcGIS Desktop, Server «Лесной пожар», позволяющей непосредственно на электронной карте моделировать лесные пожары с использованием различных методов.

Пирологическая обстановка в Российской Федерации в последние годы наглядно показала, что эффективный мониторинг лесных пожаров невозможен без применения современных геоинформационных технологий (ГИС). При их использовании, как правило, акцент делается на оперативном детектировании тепловых аномалий по данным дистанционного зондирования и архивном картировании гарей с дополнительным использованием глобальной спутниковой навигации. Но при этом остаются открытыми вопросы прогнозирования распространения и локализации, ликвидации пожаров.

В России и за рубежом разработано несколько типов моделей распространения пожаров отдельно для каждого типа: верховые, низовые и подземные [1]. Они существенно различаются по набору исходных и расчетных данных, алгоритмам их обработки. Например, в простых методиках, основанных на эмпирических зависимостях, используются только метеорологические данные и данные о подстилающей поверхности, а результатом являются скорости распространения по 4 сторонам (фронт, фланги, тыл) с учетом времени. Более сложные модели дополнительно учитывают рельеф, состав и состояние лесного покрова, естественные и искусственные преграды и с использованием многомерных уравнений газовой динамики определяют области сгоревших и горящих участков леса в трехмерном представлении.

Анализ отечественных программных разработок моделирования лесных пожаров показал, что они реализуются преимущественно в виде отдельных приложений с отображением прогнозных зон на фоне изображений топографических карт. Возможность использования результатов в среде ГИС практически не учитывается или вообще отсутствует. Западные разработки, как правило, предусматривают обменные форматы для экспорта из ГИС исходных данных и

импорта в ГИС полученных результатов. Однако это приводит к необходимости выполнения дополнительных манипуляций, знаний нескольких приложений и учета ограничений при реализации геоинформационных веб-приложений.

Исходя из этого, компанией «ИНТРО-ГИС» было принято решение о разработке специализированного подсистемы ArcGIS «Лесной пожар» в виде специального расширения для ArcGIS Desktop и инструмента геообработки для публикации на ArcGIS Server. Основная задача – предоставить оператору системы мониторинга набор инструментов в ГИС, обеспечивающих возможность проводить как экспресс-прогноз распространения лесного пожара, так и детальный анализ с учетом имеющихся данных на конкретную территорию.

Первичными исходными данными для подсистемы являются элементы графики, обозначающие существующий пожар, которые пользователь наносит на электронную карту. Они могут быть представлены в виде точек для эпицентров пожаров или полигональных фигур произвольной формы для контуров пожаров. На следующем этапе в зависимости от выбранной модели прогноза вводятся дополнительные параметры, специфические для данной модели. При этом максимально учитывается геоинформационная составляющая. Так, например, можно указать полигональный слой растительности, чтобы ограничить распространение пожара в пределах леса, или расровненные слои цифровой модели рельефа, влажности, подстилающей поверхности для учета факторов, действующих на заданной территории. На последнем этапе указывается цифровое покрытие или база геоданных, куда будут сохранены результаты расчетов. Все расчеты происходят в фоновом режиме и автоматически отображаются на карте согласно стилю отображения, заранее заданному пользователем (рис. 1).

В текущей версии подсистемы «Лесной пожар» реализованы две модели расчета:

1) Методика оценки последствий лесных пожаров, разработанной ВНИИ ГОЧС (2001 г.), которая предназначена для прогнозирования последствий крупных лесных пожаров и позволяет определять скорость распространения фронта, флангов и тыла пожара [2]. С использованием математико-геометрических формул мы дополнили ее

определения конфигурации пожара. Методика достаточно простая и используется в качестве экспресс оценки, поскольку время на расчеты не превышает нескольких секунд.

2) Модель симуляции распространения пожара FARSITE, разработанная Mark A. Finney (2004 г.). Она является более сложной имитационной моделью поведения лесного пожара, основанной на принципах распространения волн и позволяющей определять не только распространение кромки огня, но и степень поражения лесного покрова, тепловыделение, образование дыма и другие параметры [3]. Кроме того, в рамках модели можно прогнозировать наиболее опасный вид пожара – пятнистый, при котором происходит разбрасывания ветром горящих частиц впереди фронта горящих частиц на несколько десятков, сотен метров с возникновением новых очагов пожара [4]. Время расчета по данной модели незначительно, но в связи с большим объемом получаемых результатов оно все же достигает нескольких минут.

С программно-технологической точки зрения подсистема представляет собой совокупность программных компонент на платформе dotNet, использующих для расчетов функционал библиотеки набора ArcObjects. Все компоненты разбиты на 3 группы:

1. Математический, реализующий математическую основу;
2. Объектный – для симуляции объектов реального мира (пожар, лес, ветер и т.п.);

3. Интерфейсный, обеспечивающий взаимодействие пользователя с подсистемой.

Такое разделение позволяет достаточно быстро адаптировать подсистему в состав других информационных систем, при котором достаточно подкорректировать компоненты интерфейсной группы. Сейчас «Лесной пожар» может использоваться как дополнительное расширение или инструмент геообработки в приложениях ArcMap, ArcScene, ArcGlobe, а также с ArcGIS Server. В последнем случае моделирование можно осуществлять как в бесплатном приложении ArcGIS Explorer, так и встраивать в состав собственных веб-приложений (рис. 2).

Учитывая прикладной аспект использования подсистемы, в ней дополнительно реализованы следующие возможности:

- формирование отчета в офисных документах по результатам расчета, в том числе относительно других картографических слоев (например, направление и расстояние до ближайших населенных пунктов);
- изменение параметров окружающей среды (температура, направление и скорость ветра) через произвольные промежуточные значения;
- автоматическая настройка времени в рассчитанном слое для анимации развития лесного пожара.

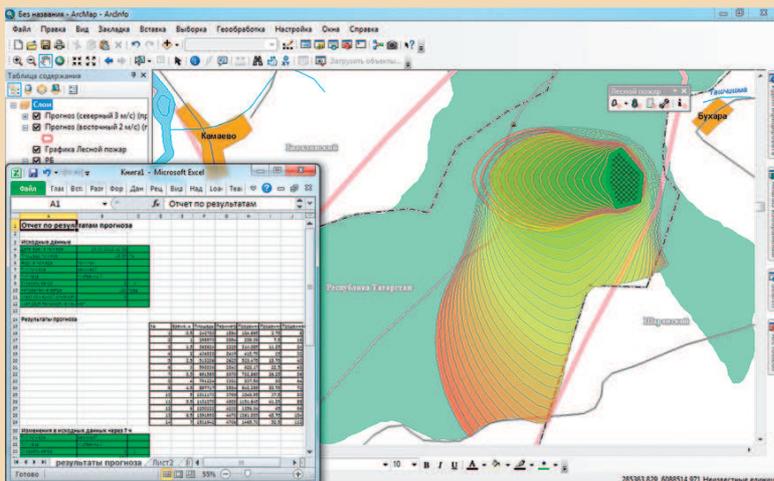
К настоящему времени подсистема внедрена и апробирована в центрах мониторинга и прогнозирования МЧС Республики Башкортостан, Смоленской области, а также на отдельных предприятиях нефтегазового комплекса РФ. Она снабжена подробными руководствами,

презентациями, видеороликами. В силу относительной простоты по вводу исходных данных и интерпретации результатов пользователи в течение одного-двух часов после знакомства с подсистемой способны самостоятельно выполнять расчеты с ее помощью.

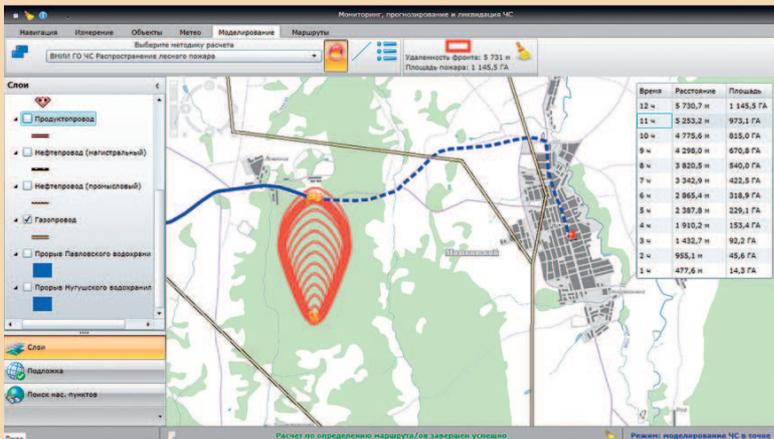
Наша компания продолжает развитие и оказывает техническую поддержку данной подсистемы. «Лесной пожар» уже локализован на английский язык, а к концу 2012 года будут добавлены еще несколько моделей (трехслойная перколяционная модель распространения пожара, нейросетевая модель), а также интеграция с подсистемой «Метео», обеспечивающей поставку текущих и прогнозных метеоданных на любую территорию мира. Особое внимание будет уделено разработке инструментов для планирования локализации и ликвидации пожаров.

Литература

1. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. Новосибирск: Наука 1992, 407 с
2. Методика оперативной оценки последствий лесных пожаров. – М., ВНИИ ГОЧС, 2001.
3. Finney M.A. FARSITE: Fire Area Simulator / M.A. Finney - Model Development and Evaluation. USDA For. Serv. Res. Pap. RMRS-RP-4. 1989
4. Орловский С.Н. Лесные и торфяные пожары, практика их тушения в условиях Сибири: Учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2003. - 163 с.



Результаты моделирования лесного пожара в ArcGIS Desktop с изменением метеорологической обстановки и учетом ограничений в слое растительности.



Встраивание подсистемы «Лесной пожар» в состав специализированного веб-приложения.