

Оперативный мониторинг пожарной обстановки в технологических коридорах магистральных трубопроводов

В.М. Брыксин, А.В. Евтюшкин, А.В. Еремеев, М.А. Свидрицкая, В.А. Хамедов

*Югорский НИИ информационных технологий (ЮНИИ ИТ)
628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151
E-mail: avy@uriit.ru*

Рассматривается автоматизированная информационная система оперативного оповещения о пожарной обстановке в технологических коридорах магистральных нефтепроводов и лесах ХМАО. Информация для конечных пользователей предоставляется по электронной почте в виде крупномасштабных картосхем, удобных для принятия решений и оперативной работы. Разработано модульное программное обеспечение для тематической обработки космоснимков в среде IDL на суперкомпьютере SUN Fire 15K.

Введение

Космические методы контроля пожарной обстановки в лесных экосистемах успешно развиваются на протяжении последних десятилетий. Развитие средств вычислительной техники, сети ИНТЕРНЕТ и высокоскоростных каналов связи позволили повысить оперативность обработки данных дистанционного зондирования Земли и предоставили возможность оперативной передачи тематической информации широкому кругу пользователей. Данные тепловых сканеров MODIS и AVHRR со спутников TERRA, AQUA и NOAA широко используются по раннему обнаружению пожаров на больших территориях. Для оперативной передачи информации организациям, занимающихся тушением пожаров на лесных землях и техногенных объектах, необходимо существенно сократить время тематической обработки исходных космоснимков. Задача определения принадлежности «горячего» пикселя огня заданной области интереса хорошо формализуется и возможна полная автоматизация процесса без участия оператора.

Предварительная обработка данных ДЗЗ

С 2004г в ЮНИИ ИТ разрабатывается информационная система оперативного оповещения о пожарной обстановке на территории ХМАО для таких потребителей как, нефтяные компании и государственные природоохранные службы [1, 2]. Оперативный мониторинг пожарной обстановки производится на основе космоснимков со спутников TERRA\MODIS и NOAA\AVHRR принимаемых в Центре ДЗЗ.

Разработанное сервисное программное обеспечение синхронизирует сбор данных с антенных приемных комплексов ТНА-9, «ОПТЭКС» и «СКАНЭКС-М», их передачу для обработки на суперкомпьютере SUN FIRE 15 и RAID-массив архивации. Автоматическая первичная обработка принятых изображений сканера MODIS в формате PDS выполняется в пакете IMAPP. Выходным продуктом пакета IMAPP являются изображения с разрешением 250, 500 и 1000м калиброванные в величину отраженного солнечного потока и радиояркостную температуру. Для детектирования очагов пожаров используется алгоритм MOD14 разработки NASA. Обработка космоснимков выполняются на суперкомпьютере SUN FIRE 15K в автоматическом режиме по мере поступления новых витков.

Прием информации со сканера AVHRR выполняется до 30 раз в сутки со спутников NOAA. При одновременном прохождении в зоне видимости двух спутников серии NOAA прием осуществляется различными антеннами. Обработка данных NOAA\AVHRR выполняется в пакетном режиме на программном обеспечении ИКИ РАН установленном в ЮНИИ ИТ (сервер АВИАЛЕСООХРАНА). Географические координаты детектированных пикселей огня для всего витка ска-

нера AVHRR сохраняются в виде SHP файла и доступны в локальной сети ЮНИИ ИТ по протоколу TCP/IP через FTP сервер.

Проверка детектированных по сенсорам MODIS и AVHRR пикселей огня принадлежности заданным контурам наблюдений выполняется в модульном пакете программ в среде WINDOWS. В качестве контуров для проверки используется технологический коридор магистрального трубопровода и границы авиаотделений. Выявленные очаги возгораний наносятся на шаблон картосхемы и сохраняются в формате GIF файла для отправки по E-mail. Шаблон картосхемы с границами технологического коридора магистрального трубопровода построен для удобства печати бумажной копии в формате А4 для принятия решений и оперативных полевых или авиационных работ.

Детектирование факелов по сжиганию попутного нефтяного газа по данным сканера MODIS

В январе-феврале 2006 года сложились аномальные природные условия на севере Западной Сибири. Низкие температуры 40-55 градусов и отсутствие облачности позволили выявить с помощью космических снимков в инфракрасном диапазоне практически все интенсивные тепловые источники на территории ХМАО и ЯНАО. К тепловым источникам относятся: ТЭЦ, ГРЭС, компрессорные станции на магистральных трубопроводах, факелы сжигания попутного газа на месторождениях нефти и газа. На некоторых снимках выделяются суммарные тепловые шлейфы от таких площадных объектов как города и промплощадки с небольшими коммунальными котельными. Тепловые шлейфы на дневных витках дополнительно выделяются благодаря подсветке низкими лучами солнца.

Калибровка тепловых каналов сканера MODIS с длиной волны от 3.66 до 14.385 мкм в шкалу радиояркостной температуры позволила установить, что контраст между горящим газовым факелом и окружающей земной поверхностью составляет от 5 до 40 градусов Кельвина. Превышение температуры в газовом шлейфе прослеживается на расстояние от десятков до сотен километров. Так, представленные на рис. 1 тепловые шлейфы от горящих газовых факелов Приобского месторождения НК «Роснефть» вытянуты на 300км в северо-западном направлении. Размеры и

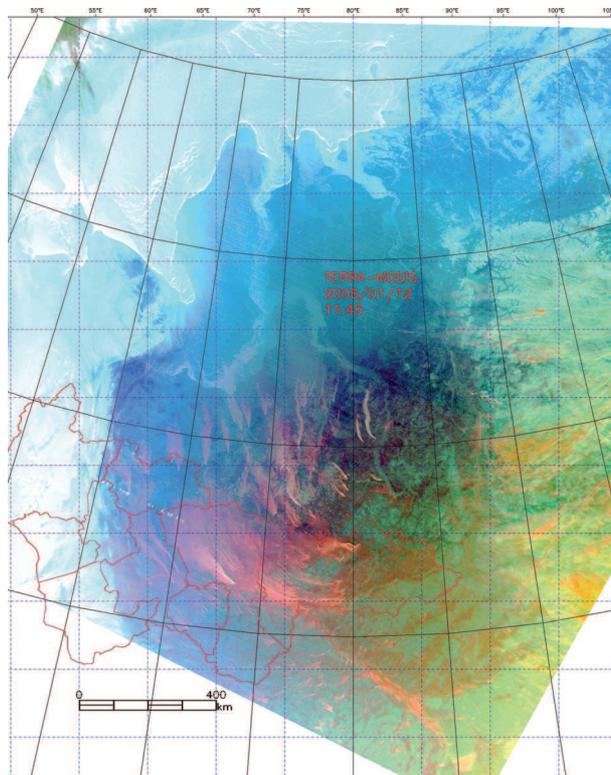


Рис. 1. Тепловые шлейфы на территории Западной Сибири от газовых факелов, ГРЭС и компрессорных станций. Съемка 12 января 2006 года в 11ч 45 мин местного времени сканером MODIS спутника TERRA

конфигурация шлейфов связаны с мощностью выбросов и высотой труб. Шлейфы от компрессорных станций ОАО «Газпром», работающих на перекачиваемом газе, имеют конусообразную форму с углом до 30 градусов и максимальной плотностью вблизи источника. Шлейфы от Сургутской и Излучинской ГРЭС, имеющие максимальную высоту труб, представлены узкими конусами с равномерной плотностью длиной до 200 км.

Анализ космоснимков MODIS за зимний период 2005-06гг позволил установить координаты горящих газовых факелов по сжиганию попутного нефтяного газа на месторождениях ХМАО. Координаты факелов определялись по калиброванному в шкалу радиояркостной температуры 20 каналу сканера MODIS. Также использовались координаты «горячих» точек, детектированных по алгоритму MOD14 при обработке данных сканера MODIS в период с октября 2005г по апрель 2006г. Всего определены координаты 280 факелов, которые использованы для локализации ложных пикселей пожаров при оперативном мониторинге возгораний в лесах на территории ХМАО в пожароопасный период. Уточнение координат газовых факелов, а также картирование новых бу-дет продолжено в последующие зимние периоды.

Оперативное оповещение о пожарах, обнаруженных по космоснимкам в коридоре магистрального нефтепровода и лесах ХМАО

В 2004-07 гг. в пожароопасный период с мая по октябрь выполнялся ежедневный оперативный мониторинг магистрального нефтепровода ОАО «РИТЕКБелоярскнефть» «Средний Хулым – Сергино - НПС Красноленинская» протяженностью 650 км на основе космической съемки с разрешением 250\500\1000\1100 м.

На сервере <http://dzz.uriit.ru> реализован WEB доступ к пожарной обстановке по 18 авиаотделениям АВИАЛЕСООХРАНЫ ХМАО, природного парка Сибирские увалы и двум территориям с коридором магистрального трубопровода. На рис. 2 представлены фрагменты доступных через WEB-интерфейс картосхем и цветосинтезированных космоснимков MODIS с нанесенной географической сеткой, административными границами районов и детектированными пожарами. Под-

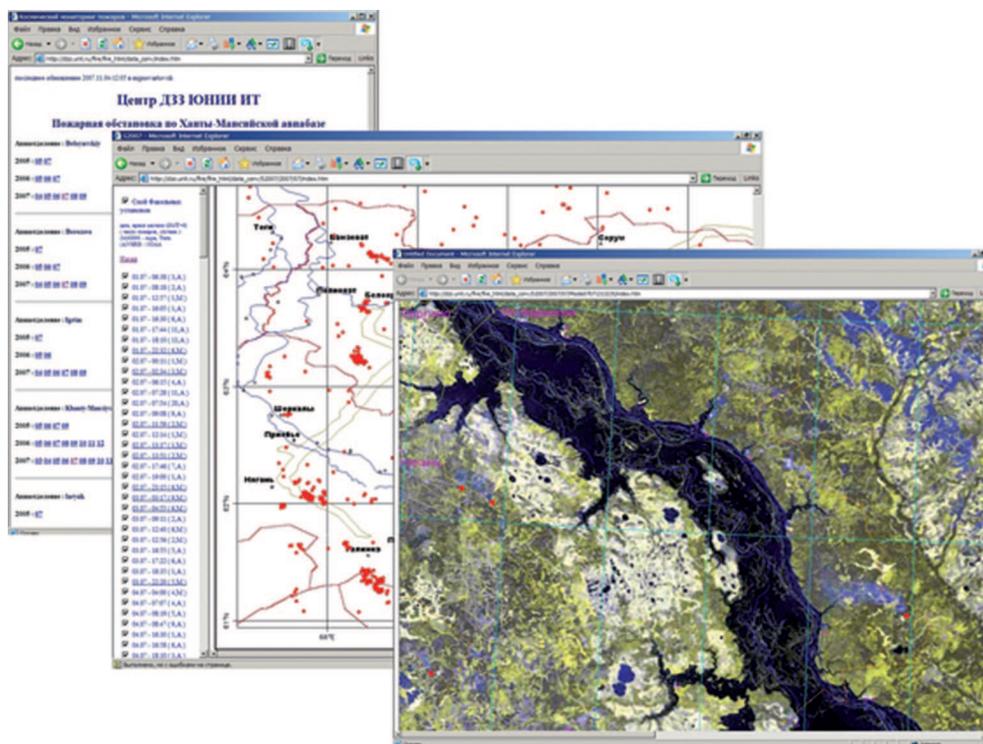


Рис. 2. Отображение пожарной обстановки в июле 2007 года в коридоре магистрального трубопровода на WWW сервере

готовлены неизменяемые слои картоосновы с квартальной сеткой лесов, населенными пунктами и дорожной сетью (рис. 3). Слои факельных установок по сжиганию попутного газа и пожары, выявленные по каждому космоснимку, включаются в интерактивном режиме пользователями.

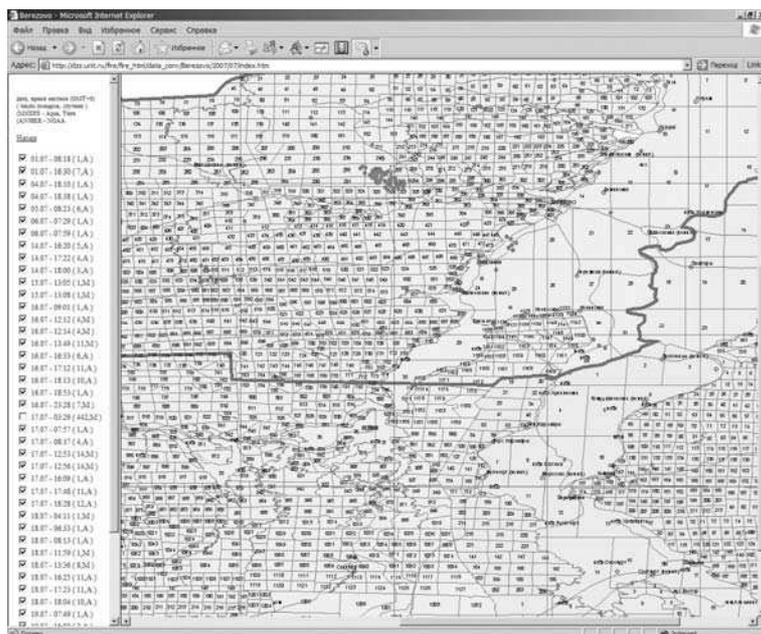


Рис. 3. Отображение пожарной обстановки в июле 2007 года на квартальной сетке лесов по Берзовскому авиаотделению

Визуальный анализ цветосинтезированных космоснимков конечными пользователями позволяет выявить очаги пожаров, которые не детектируются автоматическими алгоритмами, основанными на превышении пороговых значений температуры в среднем инфракрасном канале сканеров MODIS и AVHRR. Это 20 и 3 каналы соответственно с длиной волны 3.4 мкм. Для большинства пожаров, не обнаруживаемых автоматически, температура в «горящем» пикселе лежит в интервале дисперсии от уровня средних значений в соседних пикселях. Как правило, это низовые пожары в лесу или на поймах рек в весенний период с узким фронтом огня и наличием влажных горючих материалов при большой скорости ветра.

Разработано программное обеспечение на языке IDL для сквозной автоматизированной обработки снимков MODIS с КА TERRA и AQUA на платформе SUN Fire 15K. Временной интервал от окончания приема космоснимка до отправки уведомления по E-mail составляет 20 минут для данных NOAA и 30 минут для данных MODIS, выставление космоснимка на WEB сервер производится через 30-40 минут. Время обработки связано с размером принятого витка в зависимости от угла наклона орбиты спутника. Все разработанные сервисы по приему, тематической обработке, рассылки оповещений, генерации HTML страниц реализованы в виде отдельных независимых друг от друга модулей. Для некоторых сервисов, например таких как, первичная обработка в пакете IMAPP и рассылки уведомлений, предусмотрено дублирование. Все программные модули работают независимо друг от друга. Это обусловлено тем, что обработанные данные с одного витка поступают на модули рассылки уведомлений или публикации на WEB-сайте в разное время. Расчет координат пикселей огня, построение SHP файлов, подготовка картосхем, цветокомпозиционных космоснимков возможно проводить и при наличии сбоя в одном из элементов технологической цепи обработки на распределенных вычислительных ресурсах.

Реализован алгоритм перевода географических координат пожаров из текстового вида в файл формата KML. Это позволяет выполнять последующий просмотр оперативной пожарной обстановки в программном комплексе Google Earth. Файл в формате KML также отправляется по E-mail конечным пользователям. При открытии файла из почтовой программы происходит автома-

тическая загрузка данных в программный комплекс Google Earth. На рис. 4 представлен браузер Google Earth с отображением выявленных пожаров на фоне покрытия территории ХМАО снимками LANDSAT-7 и фрагментами витков Q-Bird. При масштабировании окна просмотра очаги пожаров отображаются на фоне крупномасштабных космоснимков Q-Bird с разрешением до 0.6 м с визуализацией крон деревьев, просек и дорог. При дальнейшем развитии сервиса Google Earth, его наполнением новыми детальными космоснимками и крупномасштабными векторными картами, в том числе и данными пользователей загружаемых с локальных рабочих мест, существенно повысится информативность отображения оперативной пожарной обстановки.

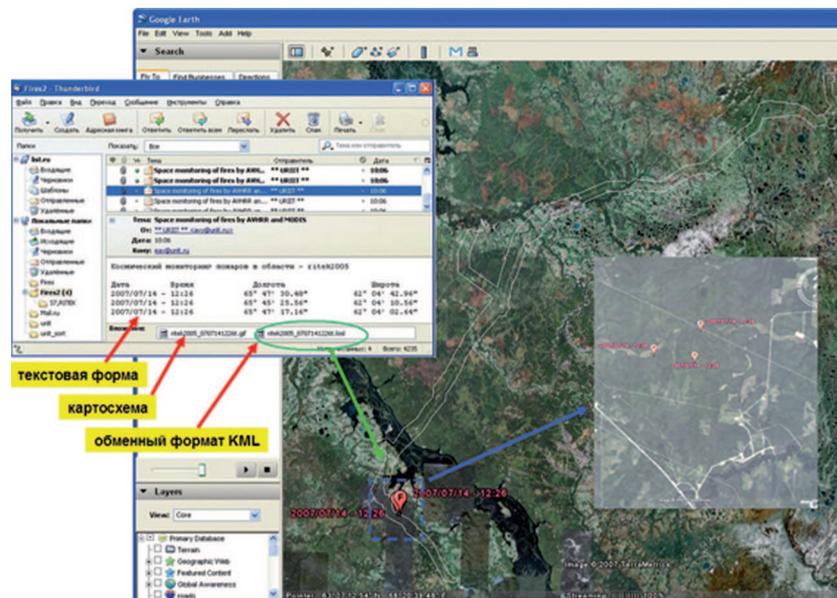


Рис. 4. Просмотр KML файла с очагами возгорания в Google Earth

Заключение

Общее число уведомлений, отправленных по электронной почте об обнаруженных пожарах на территории ХМАО, в различные годы составило: 2005 г. – 4800, 2006 г. – 2025, 2007 г. – 2607. На территорию ХМАО и Западной Сибири накоплены координаты пожаров и «горячих» точек детектированных по данным сканеров AVHRR и MODIS, принятых в центре ДЗЗ ЮНИИ ИТ в 2004-2007 гг. Формат хранения данных – SHP файлы. В дальнейшем, это позволит выполнять уточнение границ, площадей гарей и горельников без значительного повреждения древостоя при низовых пожарах в границах кварталов с использованием архива детектированных пикселей огня на всю территорию Западной Сибири средствами ГИС.

Литература

1. Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Еремеев А.В. Геоинформационная система оперативного оповещения о пожарах выявленных по космоснимкам в коридорах трубопроводов и лесах ХМАО // Материалы III Научно-практической конференции "Обратные задачи и информационные технологии рационального природопользования". 25-27 апреля 2006г., Ханты-Мансийск. - Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 2006. – 200с. С.183-186
2. Брыксин В.М., Евтюшкин А.В., Еремеев А.В., Хамедов В.А. Разработка WEB-интерфейса для оперативного оповещения о пожарах выявленных по космоснимкам на территории ХМАО // Сборник материалов V межрегиональной научно-практической конференции "Информационные технологии и решения для "ЭЛЕКТРОННОЙ РОССИИ", Ханты-Мансийск, 7-11 июня 2006 г. - Ханты-Мансийск: Уральское литературное агентство, 2006. – 384с. С. 327-329.