



Н. В. Евтушенко
ИТЦ «СКАНЭКС»,
nevtushenko@scanex.ru

Спутниковый мониторинг факелов сжигания нефтяного попутного газа

В статье представлена методика оперативного мониторинга факелов сжигания НПГ, который выполняется группой спутников низкого, среднего и высокого разрешения, где мощность и активность факелов определяются по яркостным характеристикам точек.

In the article is produced the method of operative monitoring of associated petroleum gas flares by satellites group of low, middle and high definition, where power and activity of flares is determined from brightness characteristics of points.

Ключевые слова: нефтегазовые месторождения, факелы, попутный газ, мониторинг, спутниковые снимки.
Keywords: oil-and-gas deposits, the flares, associated petroleum gas, monitoring, satellite pictures.

При разработке нефтегазовых месторождений применение данных дистанционного зондирования помогает решать широкий спектр задач, таких как осуществление контроля сжигания попутного и (или) природного газа, путем отслеживания состояния факелов. Технология основана на наличии у некоторых спутниковых систем аппаратуры съемки в тепловом диапазоне. Это позволяет определять состояние имеющихся факелов и оценивать динамику их изменений.

В настоящее время очень сложно что-либо сказать о реальных объемах сжигания нефтяного попутного газа (НПГ) в России. Это обусловлено отсутствием приборов учета объема сжигаемого газа у нефтяных компаний, а также использованием ряда расчетных методов вместо прямых измерений.

Сжигание НПГ является одним из основных источников загрязнения в районах нефтедобычи. Происходят выбросы вредных загрязняющих веществ, ухудшается экологическая

попутного газа, при этом в официальной отчетности говорилось только о 14,9 млрд м³.

Технология оценки объемов сжигаемого НПГ, основанная на применении спутниковых данных, предполагает использование снимков, полученных в инфракрасных (ИК) диапазонах, что позволяет детектировать так называемые «горячие» точки, температура которых значительно выше температуры окружающей территории, в связи с чем на изображении появляются тепловые засветы. В районах нефтедобычи такими точками являются факелы сжигания НПГ. По яркостным характеристикам точек определяется мощность и активность факелов.

Главным недостатком такой технологии обнаружения факелов НПГ, а также оценки объема сжигаемого НПГ является низкое пространственное разрешение данных используемых в отчете NOAA метеоспутников DMSP, что не позволяет с полной уверенностью отделить факелы сжигания НПГ от других типов объектов, таких как факелы, которые горят на месторождениях природного газа или газового конденсата, на нефте- и газоперерабатывающих заводах, выбросы тепловых электростанций и др. Также из-за низкого разрешения данных КА DMSP невозможно детектировать факелы с низкой интенсивностью сжигания НПГ.

Специалистами ИТЦ «СКАНЭКС» была разработана методика оперативного мониторинга факелов сжигания НПГ группой спутников низкого, среднего и высокого разрешения. В соответствии с разработанной методикой на первом этапе осуществляется выделение мест размещения факелов на заданной территории мониторинга по данным спутниковой съемки американских военных метеоспутников программы DMSP (данные доступны на сайте центра NGDC администрации NOAA). Обзорные снимки датчиков OLS спутников программы DMSP, сделанные в ночное время с пространственным разрешением до 0,6 км, позволяют выявить районы размещения горящих газовых факелов с относительно высокой степенью вероятности. Также использовались данные сканера MODIS спутников Terra и Aqua, которые давали менее достоверные результаты в детектировании средних и малых по мощности факелов. На втором этапе методики применяются снимки среднего разрешения спутников Landsat 5 (пространственное разрешение 30 м, *рис. 1, 2*), SPOT 4 и SPOT 5 (10 м и 20 м, *рис. 3*), которые также могут вести съемку в ИК диапазоне и позволяют выделять менее мощные факелы. Аппарат Landsat 5 способен осуществлять съемку одной и той же территории раз в 16 дней. Оптические

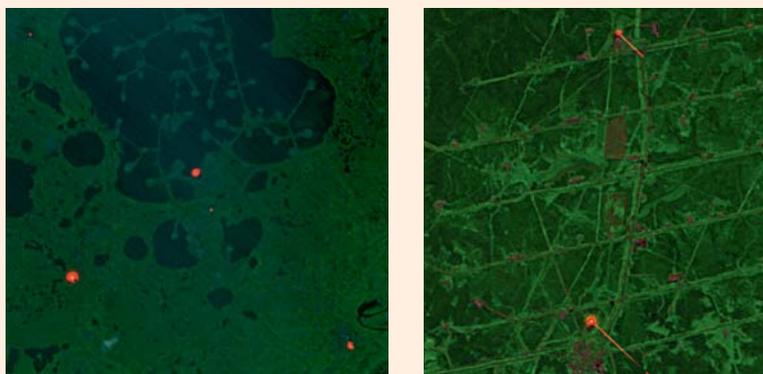


Рис. 1, рис. 2.

Снимок с КА Landsat 5 от 23.07.2010 на район Самотлорского нефтяного месторождения (Ханты-Мансийский АО). Хорошо видны факелы сжигания НПГ различной мощности (красные объекты) благодаря использованию среднего инфракрасного канала. Снимок принят и обработан в ИТЦ «СКАНЭКС»

обстановка, повышается заболеваемость населения, нарушается экологический баланс на территории нефтедобычи.

В 2007 г. были опубликованы результаты исследования, проведенного Национальной океанической и атмосферной администрации США NOAA по заказу Всемирного банка. Для оценки объемов и динамики сжигания попутного газа в период 1995–2006 гг. были использованы данные военной системы метеорологических наблюдений DMSP. В результате в 2004 г., по данным исследования NOAA, в России было сожжено 50,7 млрд м³

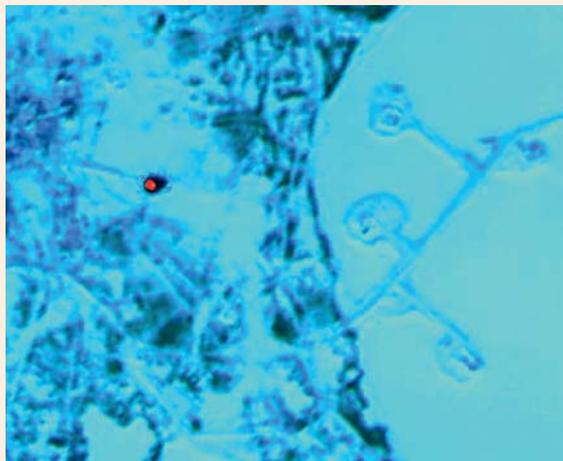


Рис. 3. Снимок с КА SPOT 4 от 13.02.2011 на район Самотлорского нефтяного месторождения (Ханты-Мансийский АО). Красным цветом выделяется факел сжигания НПГ, вокруг него заметен черный след от копоты на снегу (© SpotImage, ИТЦ «СКАНЭКС»)

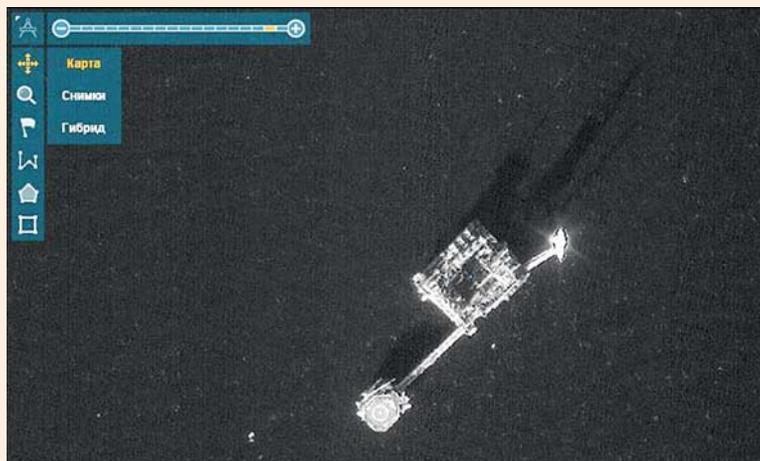


Рис. 4. Снимок с КА EROS B от 27.10.2010. На снимке зафиксирована малая ледостойкая стационарная платформа на месторождении им. Юрия Корчагина в Каспийском море. Хорошо видна структура объекта (© ImageSat, ИТЦ «СКАНЭКС»)

системы спутников SPOT 4 и SPOT 5 можно наводить на объекты съемки, что позволяет повысить частоту наблюдения до 3-6 раз в неделю в зависимости от широты объекта (без учета метеообстановки). Продукты спутников SPOT 4/5 широко используются при мониторинге пожарной обстановки. По данным высокого разрешения с КА EROS A (разрешение 2 м) и EROS B (0,7), которые также позволяют проводить прицельную съемку объектов, легко установить источник «горячих» точек (рис. 4).

По яркости и площади тепловых засветов на снимке в районе факела можно определить интенсивность его работы относительно ранее полученных данных или других факелов. Имея точные оценки объемов сжигаемого газа на факелах в момент съемки, можно и в дальнейшем оценивать его объемы, привязав имеющиеся цифры к размерам засветов.

В 2008 г. ИТЦ «СКАНЭКС» провел спутниковый мониторинг факелов НПГ на месторождении Каракудук в Казахстане. Целью проекта была отработка методики обнаружения действующих факелов по космическим данным разного пространственного разрешения, а также контроль сжигания попутного и (или) природного газа путем отслеживания состояния факелов. Наличие среднего ИК канала у данных среднего разрешения позволило детектировать факелы высокой и средней мощностей, а радиометрическое разрешение обеспечило возможность проведения сравнительной оценки мощности факелов.



Рис. 5. Региональная промышленная инфраструктура Самотлора, созданная на основе спутниковых данных

Привлечение различных спутниковых систем способствовало увеличению частоты съемки одной и той же территории в несколько раз, а использование данных высокого разрешения (до 0,7 м) позволило детектировать маломощные факелы. По результатам съемок проведено картографирование нефтяной инфраструктуры (рис. 5). Были обнаружены потенциальные районы сжигания попутного нефтяного газа. Также установлено реальное количество и положение факельных площадок сжигания попутного газа в местах нефтедобычи и периодичность их работы.

Опыт проведения спутникового мониторинга территории нефтяного месторождения в Казахстане подтвердил эффективность использования спутниковых данных для мониторинга функционирования факелов сжигания НПГ. 