

УДК 504.064

Применение спутниковых данных для выявления и картографирования высокотемпературных участков нефтедобывающих территорий Западной Сибири

М.Н. Алексеева, Т.О. Перемитина, И.Г. Яценко*

*Институт химии нефти СО РАН
634021, г. Томск, пр. Академический, 4*

Поступила в редакцию 30.12.2015 г.

Для своевременной оценки экологического состояния труднодоступных болотистых территорий Западной Сибири разработана методика определения и картографирования тепловых аномалий (факелы, пожары, гари) нефтедобывающих территорий на основе спутниковых данных.

Ключевые слова: окружающая среда, попутный нефтяной газ, космические снимки, геоинформационные системы, месторождения нефти; environment, associated petroleum gas, satellite images, geoinformation systems, oil fields.

В последние годы возрос интерес мирового энергетического, экологического и делового сообщества к проблеме утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ), как из экологических, так и финансовых соображений. С одной стороны, сжигание попутного газа в факелах дает около 1% всех мировых выбросов парникового углекислого газа. С другой – это уничтожение ценных невозобновляемых природных ресурсов. Согласно официальным данным в начале XXI в. крупнейшими регионами сжигания попутного газа являлись Персидский залив, Западная Африка (прежде всего, Нигерия) и Россия (в основном Западная Сибирь) [1].

Упущенная выгода от каждого невовлеченного в сферу переработки 1 млрд м³ попутного газа эквивалентна потере товарной массы на сумму 270 млн долларов. По расчетам Министерства природных ресурсов РФ, суммарный эффект от переработки ПНГ в Российской Федерации мог бы составить 362 млрд руб. в год, однако в настоящее время экономические потери от сжигания попутного нефтяного газа в России составляют ежегодно 139,2 млрд руб. При этом велики потери, связанные с недополучением более дорогостоящей продукции на предприятиях газохимической промышленности, в том числе продукции, которая может быть экспортирована в другие страны [2].

Согласно последним данным общемировой суммарный показатель сжигания ПНГ на факельных установках за 2011 г. превысил показатель 2010 г. (138 млрд м³) и составил 140 млрд м³. Это увеличе-

ние сжигания является в значительной степени следствием увеличения добычи углеводородов в России и сланцевого газа и нефти в Северной Дакоте (США) [3].

В целях повышения надежности и согласованности данных и проведения единого с точки зрения применяемых методов глобального регулярного мониторинга сжигания ПНГ, Глобальное партнерство по сокращению объемов сжигания ПНГ (GGFR) под эгидой Всемирного банка в сотрудничестве с Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA) осуществляет оценку объемов сжигания ПНГ на основе спутниковых данных (рис. 1).

По данным Минприроды РФ, на территории России в настоящее время существует более 1000 нефтегазоконденсатных месторождений, где добывается около 60 млрд м³ ПНГ в год, из них 47% списывается на технологические потери или используется для нужд промыслов, 27% направляется на переработку на газоперерабатывающие заводы, 26% сжигается в факелах [4].

Отметим, что уровень факельного сжигания как по стране, так и в отдельных компаниях должен снизиться в связи с принятием в конце 2012 г. Постановления Правительства № 1148, согласно которому нефтедобывающие компании обязаны платить высокие штрафы за сверхнормативное сжигание – свыше 5% установленного уровня.

Данные спутниковой съемки, проведенной по заказу возглавляемого Всемирным банком Государственно-частного партнерства в целях сокращения факельного сжигания газа (GGFR), свидетельствуют о том, что официальная статистика об объемах сжигаемого газа в России занижена [4]. В соответствии с этими данными реальный объем сжигаемого

* Мария Николаевна Алексеева (amn@ipc.tsc.ru); Татьяна Олеговна Перемитина (peremitinat@mail.ru); Ирина Германовна Яценко (scir@ipc.tsc.ru).

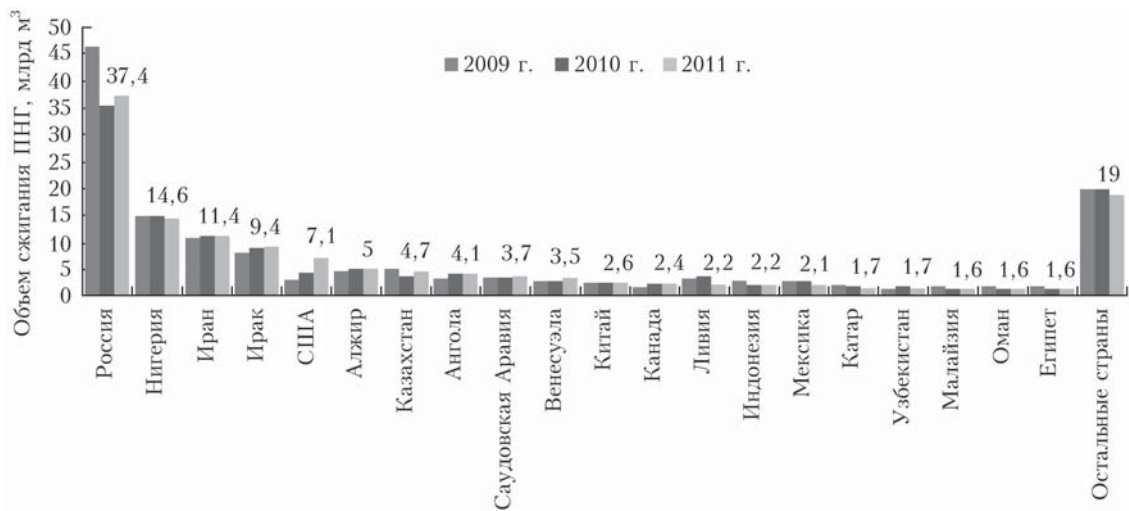


Рис. 1. Расчетные объемы сжигания ПНГ на основе спутниковых данных (2009–2011 гг.)

ПНГ составляет около 50 млрд м³, что ставит Россию на первое место по этому показателю [5].

Официальные данные об объемах сожженного газа расходятся с данными спутников. Например, в 2011 г. по России эта разница была практически двукратная — 16,7 против 37,4 млрд м³. В связи с вышесказанным целью данной работы является разработка методики выявления и картографирования высокотемпературных участков с применением средств геоинформационных систем и спутниковых данных.

Известно, что Западная Сибирь является основным нефтегазодобывающим регионом России, здесь и самое высокое извлечение ПНГ. В данной работе объектами исследования являются территории двух месторождений Ханты-Мансийского автономного ок-

руга (ХМАО) — Ватинское, Самотлорское и территория Советского месторождения Томской области (рис. 2).

В 2012 г. в ХМАО извлечение ПНГ составило 35,8 млрд м³. На долю нефтегазодобывающей промышленности ХМАО приходится почти 90% всей промышленности, что приводит к появлению сопутствующих экологических проблем, включая сжигание ПНГ на факельных установках. В 2010 г. была утверждена целевая программа «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2011–2013 гг.». По данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, в 2011 г. было сожжено 5368 млрд м³ ПНГ, рационально использовано 31236 млрд м³, уровень сжигания ПНГ в ХМАО составил 14,7%.

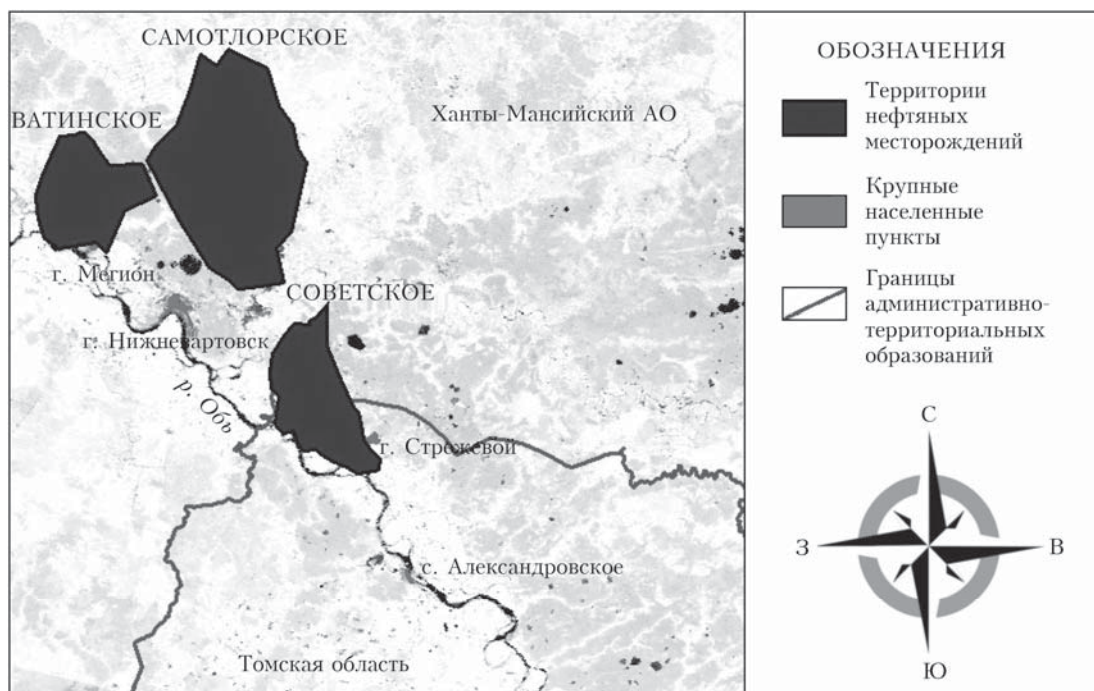


Рис. 2. Исследуемые территории месторождений Западной Сибири

В Томской области ситуация по утилизации ПНГ выглядит значительно хуже – в 2013 г. средний уровень утилизации в регионе достиг 76%, что обуславливает высокие риски для окружающей среды области [6–9].

Следует отметить, что по-прежнему остается актуальной проблема сбора и учета данных, а также, соответственно, их достоверности. В связи с вышеизложенным представляет интерес детектирование и картографирование тепловых аномалий (факелы, пожары, гари) нефтедобывающих территорий Западной Сибири на основе спутниковых данных.

В настоящее время для изучения тепловых полей поверхности ландшафтов в условиях антропогенного воздействия широко используются тепловые космические снимки (КС). В данной статье рассмотрено применение тепловых КС Landsat и продукта MODIS (MOD14A1) для экологического мониторинга антропогенного воздействия на исследуемых территориях нефтяных месторождений Западной Сибири.

На первом этапе работ средствами среды ERDAS Imagine были выделены высокотемпературные участки на КС Landsat. Для этого потребовалось выполнить следующие расчеты:

- 1) пересчет исходных значений пикселей в реальные значения приходящего излучения на сенсоре;
- 2) пересчет значений излучения на сенсоре в значения температуры T ;

3) выявление участков с температурой выше порогового значения (пороговое значение температуры задается на основе значений температуры воздуха приземного слоя).

На следующем этапе были использованы продукты MOD14A1 группы «Тепловые аномалии / Пожары» (Thermal Anomalies/Fire), которые позволяют обнаружить среднеразмерные очаги с высокой интенсивностью горения [10–12]. Принцип детектирования пожаров основан на их сильном излучении в среднем инфракрасном диапазоне. На основе преобразований разновременных КС Landsat, продуктов MODIS (MOD14A1) и векторных цифровых слоев было выполнено выявление и картографирование участков с высокими значениями температуры поверхности территорий нефтяных месторождений (рис. 3).

Результаты выявления и картографирования участков с высокими значениями температуры поверхности показали высокие значения температуры по КС Landsat для территории с городской застройкой и для участков с факельными установками. Так, по данным КС Landsat 19.09.1999 г. высокие температуры поверхности изменяются от 20 до 48 °С, по данным КС Landsat 15.07.2007 г. – от 27 до 35 °С. На рис. 3 точками отмечены горящие факелы на территории Советского, Саямторского и Ватинского месторождений. По КС Landsat 1999 г. на территории Саямторского месторождения выявлено

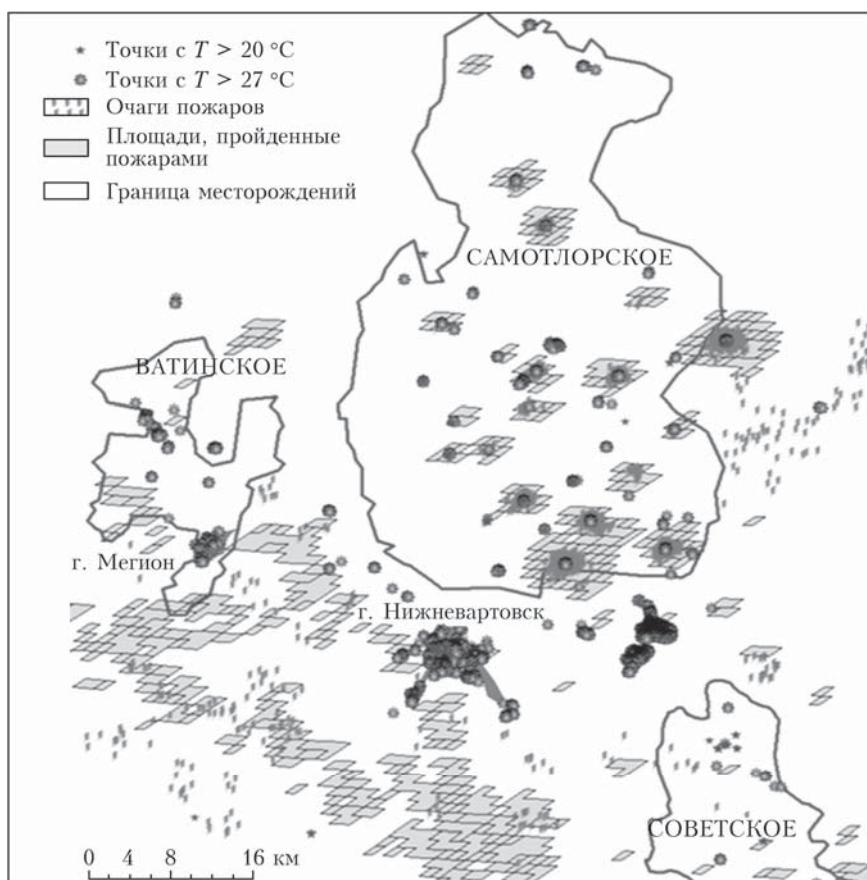


Рис. 3. Участки и точки с аномальными значениями температуры поверхности территории нефтяных месторождений

88 высокотемпературных участков, на Советском – 16 высокотемпературных участков, а на Ватинском месторождении таких участков не обнаружено. По КС Landsat 2007 г. на Самотлорском месторождении выявлено высокотемпературных участков 390 (увеличение в 4 раза), на Советском – 22 (увеличение на 5 действующих факелов), на Ватинском выявлено уже 176 участков. Сопоставление полученных результатов и литературных данных свидетельствует об увеличении действующих факельных установок в границах рассматриваемых месторождений.

Таким образом, предложенная методика позволяет регулярно получать и учитывать информацию по количеству высокотемпературных участков труднодоступных нефтедобывающих территорий, что дает возможность в дальнейшем анализировать данные по объемам производства и сжиганию ПНГ. Отслеживание прогресса в сокращении объемов сжигания попутного газа часто затруднено именно из-за противоречивости и ненадежности данных, и осуществлению регулярной глобальной оценки объемов сжигания ПНГ способствует использование спутниковых данных, позволяющих решать широкий диапазон задач [3].

Установлено, что применение тепловых космических снимков Landsat и продуктов MODIS позволяет детектировать и картографировать аномальные тепловые поля поверхности ландшафта с целью выявления действующих факелов и определения площадей гарей.

Внедрение методов решения экологических задач с помощью данных дистанционного зондирования поднимает защиту окружающей среды на качественно новый уровень. Картографирование и пространственный анализ труднодоступной болотистой местности нефтедобывающих предприятий северных районов Западной Сибири оказывают значительную помощь в своевременной оценке экологической ситуации и принятии решений по устранению и профилактике загрязнения окружающей среды.

1. Книжников А.Ю., Пусенкова Н.Н. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России [Электронный ресурс]. Институт мировой экономики и международных отношений РАН. URL: <http://gr.neftegaz.ru/ru/content/science/438.html>

2. Кирюшин П.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В., Пузанова Т.А., Уваров С.А. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!»: Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. 88 с.
3. Кутепова Е., Книжников А., Кочи К. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор. Вып. 4. М.: WWF России; КИМГ, 2012. 35 с.
4. Аксенов А., Широков Ю. Регулирование рынка ПНГ: уточнить терминологию, добавить меры стимулирования и ответственности // Нефтегазовая Вертикаль. 2008. № 20. С. 38–39.
5. Жарова Т.Ю. Анализ экономической эффективности внедрения на месторождения технологий по утилизации попутного нефтяного газа (в условиях Томской области) [Электронный ресурс]. Информационно-аналитическое агентство «Нефтегаз». URL: <http://gr.neftegaz.ru/ru/content/science/438.html>
6. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2008–2009 гг. / Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры; ОАО «НПЦ Мониторинг». Ханты-Мансийск: ООО «Принт-Класс», 2010. 130 с.
7. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2010 г. / Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры; ОАО «НПЦ Мониторинг». Ханты-Мансийск: ООО «Принт-Класс», 2011. 125 с.
8. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2011 г. / Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры; ОАО «НПЦ Мониторинг». Ханты-Мансийск: ООО «Принт-Класс», 2012. 175 с.
9. Алексеева М.Н., Яценко И.Г., Перемитина Т.О. Оценка состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий на основе данных дистанционного зондирования с применением геоинформационных технологий // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 1. С. 30–35.
10. Данные по тепловым аномалиям MOD14A1, описание и получение [Электронный ресурс]. URL: <http://gis-lab.info/qa/mod14a1.html>
11. Афонин С.В., Белов В.В., Энгель М.В. Анализ региональных спутниковых данных MODIS Products // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2005. Т. 2, № 2. С. 336–342.
12. Яценко И.Г., Сваровская Л.И., Алексеева М.Н. Оценка экологического риска сжигания попутного нефтяного газа в Западной Сибири // Оптика атмосф. и океана. 2014. Т. 27, № 6. С. 560–564.

M.N. Alekseeva, T.O. Peremitina, I.G. Yashchenko. Application of satellite data to identification and mapping high temperature oil producing areas in Western Siberia.

For timely assessment of the ecological status of hard wetlands in Western Siberia, methods for measuring and mapping the thermal anomalies (torches, fires, burning) of oil-producing territories are developed on the basis of satellite data.