

И.В. Булгакова, Ю.М. Полищук, О.С. Токарева

Оценка воздействий загрязнений атмосферы на лесные комплексы в нефтедобывающих районах с применением космоснимков

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 8.01.2003 г.

Рассмотрены методические вопросы анализа экологических воздействий загрязнения атмосферы в результате сжигания попутного газа в факелах, установленных на территории нефтегазовых месторождений, на лесные комплексы с использованием геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования. Определена ландшафтная структура территорий нефтедобычи южной части Западной Сибири на основе обработки космических снимков, полученных с аппарата Ресурс-О1. Проведено сопоставление результатов моделирования с анализом многолетних самолетных измерений концентрации аэрозоля, выполненных Институтом оптики атмосферы СО РАН на территории Западной Сибири. Определены относительные площади загрязненных ландшафтов в зависимости от изменения объема добычи нефти.

Введение

В настоящее время химическое загрязнение является одним из существенных факторов воздействия нефтедобычи на природную среду [1], а сжигание попутного газа в факелах на нефтяных месторождениях – основной источник аэрозольного загрязнения атмосферы в нефтедобывающих регионах Сибири [2, 3]. В [4] разработан геоинформационный подход к оценке влияния загрязнения атмосферы на природную среду, основанный на сочетании санитарно-гигиенического и ландшафтно-геохимического подходов, с использованием которого получены количественные оценки относительных площадей загрязненных лесоболотных выделов на территории Западно-Сибирского нефтегазового комплекса. Однако этот подход предполагает использование ландшафтных карт, построение которых традиционными методами – дорогостоящий и трудоемкий процесс.

Применение космической информации позволяет существенно ускорить и удешевить получение информации о ландшафтной структуре природно-территориальных комплексов по сравнению с использованием дорогостоящих ландшафтных карт, что показано в работе [5], в которой рассмотрены вопросы применения космоснимков (КС) высокого пространственного разрешения. Однако методические вопросы использования космоснимков среднего разрешения для оценки воздействий нефтедобычи на природную среду в научной литературе освещены крайне недостаточно. Применение таких КС более предпочтительно при исследовании ландшафтной структуры больших территорий, так как с помощью одного такого космического снимка можно исследовать территорию площадью до 300–350 тыс. км², что является перспективным для условий Сибири.

В связи с этим целью работы являются разработка методических вопросов использования космоснимков среднего разрешения для анализа влияния нефтедобычи на природную среду и изложение некоторых результатов оценки экологических воздействий химического загрязнения атмосферы, вызванного сжиганием попутного газа в факелах, на лесоболотные комплексы Западной Сибири.

1. Методические вопросы дешифрирования космоснимков среднего разрешения

Как показано в [5], применение космических снимков эффективно при решении задач комплексного мониторинга лесоболотных комплексов и для определения ландшафтной структуры территорий, наземные исследования которых ввиду их труднодоступности требуют больших временных и финансовых затрат. Космические снимки, широко применяемые для изучения и картографирования состояния лесного фонда, позволяют организовать регулярное слежение за состоянием лесов, включая регистрацию изменений в состоянии лесного фонда как под воздействием природных факторов, так и в результате хозяйственной деятельности предприятий нефтедобычи и других отраслей.

В настоящей статье для построения карты ландшафтной структуры территории и определения площадей лесоболотных выделов использовался многозональный снимок со спутника «Ресурс-О1» (сканер МСУ-СК) среднего разрешения. В качестве топоосновы применена цифровая карта М 1:1000000 производства Роскартографии. Космический снимок МСУ-СК с пространственным разрешением около 150 м имеет полосу обзора 600 км. Сканер МСУ-СК с четырьмя спектральными каналами (1–3-й каналы – в видимой зоне спектра, 4-й канал – в ближней инфракрасной зоне) позволяет различать большое количество природных и антропогенных объектов.

Для определения состава и характера преобладающей растительности, наличия открытых водных поверхностей был взят летний снимок. Хвойные и лиственные леса отчетливо выделяются на космоснимке, благодаря различиям спектральной яркости [6]. Разделение светлохвойных (сосновых) и темнохвойных лесов проводилось путем анализа снимка с привлечением «учителей», полученных с помощью лесотаксационного плана. Лиственные породы (береза, осина) на летнем снимке не разделяются.

Для классификации типов ландшафтных выделов на космоснимке был выбран ключевой участок, расположенный на северо-западе Томской области и включаю-

щий территорию бассейнов рек Елле-Кулуньях, Катильга, Лонтынь-Ях и др. (рис. 1).

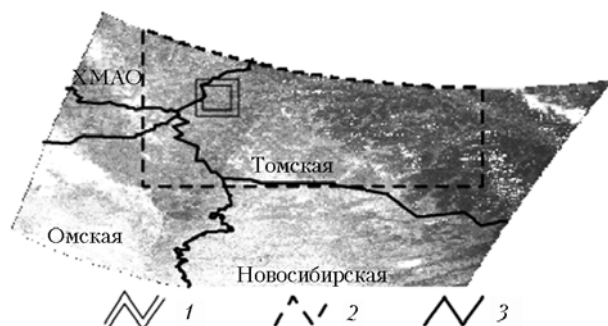


Рис. 1. Космический снимок с обозначением границ ключевого участка и исследуемой сцены: 1 – граница ключевого участка; 2 – граница исследуемой сцены; 3 – границы областей

Заметим, что территория ключевого участка совпадает с территорией размещения Васюганской группы месторождений, в состав которой входят Первомайское, Катильгинское, Западно-Катильгинское, Ломовое, Лонтынь-Яхское и Оленье нефтяные месторождения Томской области. При выборе ключевого участка учитывались его репрезентативность и степень охвата основных типологических элементов территории. На территории ключевого участка, площадь которого составляет 2653 км², сочетаются все основные для лесоболотного комплекса типы растительных группировок. Обработка космического снимка проводилась средствами программного обеспечения системы Erdas Imagine, после чего данные экспортировались в формат, поддерживаемый программным обеспечением геоинформационной системы ArcView 3.x, с помощью которой определялись относительные площади каждого из ландшафтных выделов.



Рис. 2. Карта ландшафтных выделов, полученная в результате обработки КС: 1 – темновойный лес; 2 – мелколиственный лес; 3 – сосновый лес; 4 – болото; 5 – факел; 6 – граница зоны загрязнения

На рис. 2 приведена карта ландшафтной структуры, полученная в результате обработки космического снимка. В процессе анализа ландшафтной структуры лесоболотной территории были определены пять типов ландшафтных выделов, характерных для юго-восточной части территории Западной Сибири: темновойные (ель, кедр), мелколиственные (береза, осина) и сосновые леса, а также поймы рек и болота. Относительные площади ландшафтных выделов представлены в таблице.

Относительные площади ландшафтных выделов на космоснимке

Участок территории	Тип ландшафтного выдела		
	Сосновый лес	Темновойно-мелколиственный лес	Болото
Ключевой участок	13,39	40,35	46,30
Сцена космоснимка	10,58	48,76	40,66

2. Методические вопросы оценки воздействия загрязнения атмосферы на лесные комплексы с помощью космоснимков

Изложенный в [4] геоинформационный подход к оценке воздействий загрязнения атмосферы, основанный на совмещении санитарно-гигиенического и ландшафтно-геохимического подходов, сводится к наложению на ландшафтную карту совокупности зон загрязнения атмосферы выбросами из стационарных источников и определению (с использованием средств геоинформационных систем) размеров площадей ландшафтных выделов, находящихся под воздействием негативных факторов нефтедобычи.

Важными аспектами реализации этого подхода к оценке воздействий на природную среду являются определение расположения и размеров зон загрязнения и прогноз динамики их изменения при росте (или сокращении) добычи нефти. В наших работах (см., например, [7]) описаны компьютерные средства определения зон загрязнения атмосферы, основанные на использовании санитарно-гигиенических нормативов и моделировании рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере согласно принятой в отечественной природоохранной практике методике ОНД-86. Разработанные средства позволяют формировать и прогнозы динамики развития этих зон на основе учета планов экономического развития производственных предприятий. Как показал опыт применения этих средств, они удобны для компьютерной реализации с применением средств ГИС-технологий, что позволяет путем оверлейного наложения контуров зон загрязнения на ландшафтную карту средствами ГИС определять относительные площади ландшафтных выделов, подверженных воздействию загрязнения.

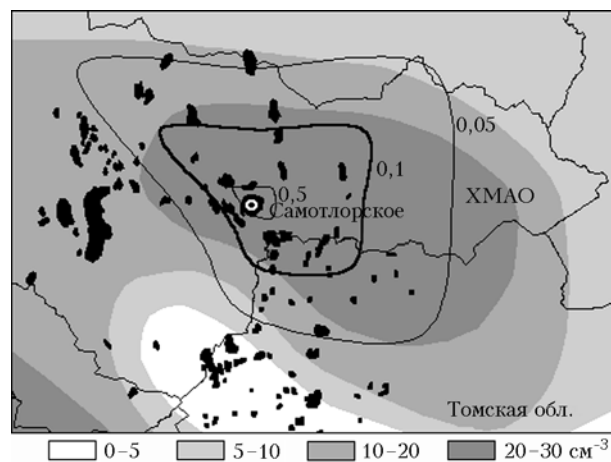
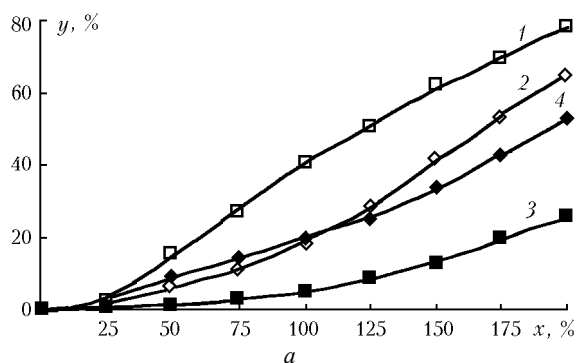


Рис. 3. Карта распределения счетной концентрации аэрозоля с наложенными зонами загрязнения от факелов Самотлорского месторождения

Для иллюстрации практического использования изложенного выше подхода на рис. 3 приведены результаты моделирования зон загрязнения атмосферного воздуха углеводородами, выбрасываемыми при сжигании попутного газа на Самотлорском месторождении, с использованием следующих параметров: объем добываемой нефти – 100 млн т в год, что примерно соответствует уровню добычи 1985 г. [8], объемы сжигаемого газа – 4,8 млн м³. Расчеты производились для разных уровней загрязнения, определяемых в долях от величины предельно допустимой концентрации (ПДК).

Наложение полученных путем моделирования зон атмосферного загрязнения на карту распределения концентрации аэрозоля [3] показывает достаточно хорошее совпадение результатов моделирования зон загрязнения с аэрозольной аномалией, что может служить объяснением того факта, что аномальная зона аэрозольного загрязнения в районе Нижнеартовска образовалась в результате деятельности нефтедобывающего комплекса в этом регионе Западной Сибири.

Ниже приводятся результаты применения изложенного подхода к получению прогнозных оценок воздействия на лесоболотные комплексы. На территории Томской области разрабатывается ряд нефтяных месторождений, входящих в Васюганскую группу месторождений и крупное Игольско-Таловое месторождение. Район нефтедобычи относится к подзоне южной тайги, основными зональными типами которой являются лесные массивы, включающие кедр, ель, пихту и мелкотравно-осочковые



леса, отличающиеся хорошо развитым древостоем второго и третьего классов бонитета. Согласно программе развития нефтедобывающей отрасли Томской области на период до 2005 г. предполагается, что добыча нефти на Игольско-Таловом месторождении будет возрастать к 2005 г. до уровня 1850 тыс. т с сокращением объемов добычи нефти на месторождениях Васюганской группы. Полученные с учетом анализа этого сценария результаты прогноза даны на рис. 2, где показаны зоны загрязнения атмосферного воздуха выбросами сажи (по прогнозу на 2005 г.), наложенные на дешифрованный и векторизованный космоснимок исследуемой территории.

На основе учета реальных объемов выбросов сажи в атмосферу из факельных установок на территории месторождений определялись площади природных выделов, оказавшихся в зонах загрязнения атмосферы. Для разных уровней загрязнения, определяемых в долях ПДК, для разных типов ландшафта были рассчитаны отношения площади ландшафтного выдела, загрязненного выбросами сажи, к его общей площади (y) в зависимости от уровня загрязнения атмосферы и объема добычи нефти.

На рис. 4 приведены зависимости относительной площади (y) ландшафтных выделов, загрязненных выбросами сажи, от объема добычи нефти (x). Результаты расчетов приведены для территорий Васюганской группы месторождений и отдельного Игольско-Талового месторождения для уровня загрязнения 0,05 от ПДК с использованием космического снимка, фрагмент которого был представлен на рис. 2.

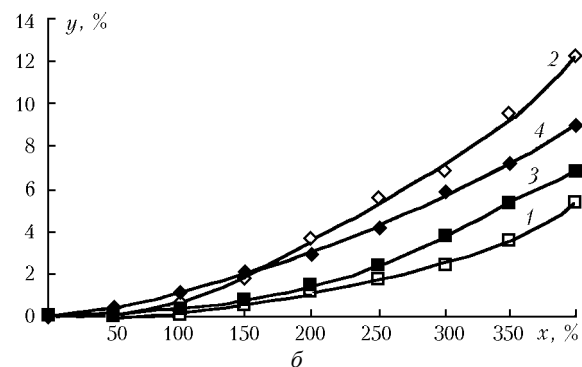


Рис. 4. Зависимости относительной площади загрязненных сажей ландшафтных выделов от объемов добычи нефти при 0,05 ПДК для Васюганской группы месторождений (а); б – Игольско-Талового месторождения (б): 1 – темнохвойный лес; 2 – сосновый лес; 3 – мелколиственный лес; 4 – болото

Заключение

Изложенные выше результаты показали, что рассмотренная в статье реализация геоинформационного подхода к оценке экологических воздействий загрязнения атмосферы с использованием космоснимков позволяет количественно оценивать размеры лесоболотных территорий, находящихся в зонах техногенного воздействия загрязнения атмосферы в результате сжигания попутного газа на нефтяных месторождениях. Эти оценки техногенного воздействия могут использоваться для оперативного выявления территории со значительными экологическими нагрузками на растительные экосистемы и для мониторинга изменений экологической нагрузки во времени и в зависимости как от уровней добычи нефти, так и от типов ландшафтных выделов.

Описанная в статье процедура обработки и дешифрирования космоснимков среднего простран-

ственного разрешения, включающая приемы переноса результатов классификации типов ландшафтных выделов, выявленных на ключевом участке, на остальные фрагменты космического снимка более труднодоступных территорий лесоболотного комплекса, позволяет определить ландшафтную структуру и состояние лесоболотного комплекса на значительных по площади территориях.

Работа выполнена в рамках интеграционных проектов СО РАН № 64 и 73 и при поддержке Программы ЕС ИНКО Коперникус 2 (проект ИСИРЕММб, контракт ICA2-СТ-2000-10024) и Программы ИНТАС (проект АТМОС, контракт INTAS-00-189).

1. Васильев С.В. Воздействие нефтедобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. Новосибирск: Наука, 1998. 76 с.

2. Федюнин В.А. Охрана окружающей среды в ОАО «Томск-нефть» ВНК: состояние, проблемы, перспективы // Нефтяное хозяйство. 1996. № 11. С. 87–89.
3. Белан Б.Д., Зувев В.Е., Панченко М.В. Основные результаты самолетного зондирования аэрозоля в ИОА СО РАН (1981–1991 гг.) // Оптика атмосф. и океана. 1995. Т. 8. № 1–2. С. 131–155.
4. Полищук Ю.М., Березин А.Е., Дюкарев А.Г., Токарева О.С. Экологическое прогнозирование воздействий нефтегазового комплекса на природную среду Западной Сибири с использованием ГИС-технологий // География и природные ресурсы. 2001. № 2. С. 43–49.
5. Полищук Ю.М., Токарева О.С., Рюхко В.В., Алексеева М.Н. Геоинформационный анализ воздействий загрязнения атмосферы на растительные биосистемы с использованием космоснимков // Геоинформатика. 2002. № 2. С. 10–13
6. Кравцова В.И. Космические методы картографирования. М.: Изд-во Московского ун-та, 1995. 240 с.
7. Polichtchouk Yu.M., Ryukhko V.V. Geoinformation technology for assessment of accidental chemical pollution // Safety Sci. 2001. V. 39. N 1–2. С. 31–37.
8. Паренаго О.П., Давыдова С.Л. Экологические проблемы химии нефти (обзор) // Нефтехимия. 1999. Т. 39. № 1. С. 3–13.

I.V. Bulgakova, Yu.M. Polichtchouk, O.S. Tokareva. Forecast of atmospheric pollution impact on the forest complexes in oil-producing region using space images.

Considered are methodical problems for the analysis of ecological impact of atmospheric pollution caused by petroleum gas flares in oil fields on forest complexes using geoinformation systems and space images. Landscape structures of oil-producing territories located in Southwestern Siberia have been determined based on the processing of medium-resolution space images obtained from space-borne Resurs-01. Simulation data are compared with those obtained during long-term measurements of aerosol concentrations in Western Siberia performed by the Institute of Atmospheric Optics SB RAS. Relative areas of polluted landscapes have been determined depending on oil production.