

А.В. Абросимов (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время – заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

А.В. Беленов (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания училища проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2001 г. работал в ЦПТ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

Е.А. Брагин (НАЦРН им. В.И. Шпильмана, Тюмень)

В 1999 г. окончил биологический факультет Тюменского государственного университета. В настоящее время – заведующий лабораторией данных дистанционного зондирования Земли ГП Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана». Кандидат биологических наук.

Совместный проект компании «Совзонд» и ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана – новое слово в космическом контроле недропользования и природопользования

В августе 2007 г. компания «Совзонд» и ГП Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югра) «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана» (ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана) заключили договор о сотрудничестве. Главной целью договора, предусматривавшего множество направлений взаимодействия и впоследствии продленного на 2008-2009 гг., стала совместная разработка, проверка и поэтапное внедрение на базе центра ряда законченных технологических решений, позволяющих с использованием космических снимков получать жизненно важную информацию при контроле недропользования и природопользования.

В настоящее время, по итогам более чем двухлет-

него сотрудничества отчетливо видно, что с того момента начался новый период в жизни обеих организаций.

ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, созданный для информационного обеспечения правительства одного из крупнейших регионов России – Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в вопросах ресурсопользования, начал одним из первых широко использовать данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. За счет применения современных космических снимков в совокупности с прогрессивными методами их обработки и анализа появилась возможность еще более оперативно, регулярно и всеохватно готовить информацию для региональных органов государ-

ственной власти, других организаций и населения. Повысилась достоверность предоставляемой информации, ее наглядность, удобство отображения для каждого пользователя – от губернатора до специалиста в конкретной области.

Специалисты компании «Совзонд» – одного из лидеров в области ДЗЗ из космоса на российском рынке, получили отличный плацдарм для приложения опыта, накопленного в сфере обработки и анализа данных ДЗЗ, к решению конкретных практических задач. Появился новый стимул для структуризации, встраивания многих алгоритмов, реализуемых в специализированном программном обеспечении в законченные технологические цепочки – от снимка до специализированной картографической продукции и статистических данных. Наконец, постоянное взаимодействие с ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана позволило осуществлять проверку результатов, разработанных технологий и, таким образом, с уверенностью заглядывать в будущее.

Нельзя сказать, что отделения ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана до 2007 г. не использовали космические снимки – напротив, они применялись весьма широко при тематическом картографировании, инвентаризации инфраструктуры недропользования, обновлении информации о лесных ресурсах, наконец, снимки использовались при создании и обновлении многочисленных атласов и тематических карт ХМАО-Югры (см. <http://www.crru.ru/product.html>). Что же послужило основой для такого стремительного и качественного роста именно в последние два года?

Неверно было бы говорить и о том, что специалисты компании «Совзонд» ранее не имели поля для практической деятельности, направленной на помощь в решении задач различных отраслей народного хозяйства, охраны окружающей среды. Таких проектов к 2007 г. накопилось уже несколько десятков. За счет чего же и для компании «Совзонд» данный проект стал настолько этапным?

Постараемся ответить на эти вопросы.

В рамках сотрудничества двух организаций впервые (возможно и в отечественной практике) в полном масштабе удалось реализовать модель сотрудничества, подразумевающую подлинное, долговременное, глубокое взаимодействие, направленное на решение конкретных отраслевых задач. Единичные, кратковременные проекты с ведущими центральными организациями в области дистанционного зондирования у ГП

НАЦРН им. В.И. Шпильмана имелись и раньше, однако все они ограничивались поставкой конкретных космических снимков, предложениями по установке в центре приемной станции, иногда просто громкими, ничем не подтвержденными обещаниями. Главная же проблема – технологическая – усилиями отдельно взятой организации в области ДЗЗ не может быть решена.

Именно поэтому был налажен постоянный контакт между организациями на всех уровнях – от руководителей до конкретных специалистов. Недельные циклы обучения сменялись постоянным обменом информацией по телефону и Интернет. Поставка снимков в «сыром» и обработанном виде продолжалась передачей все более и более законченных описаний технологических процедур, которые после апробирования в Тюмени возвращались с комментариями на доработку в Москву. Посещение специалистов ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана компании «Совзонд» в плане консультаций чередовались с командировками сотрудников компании «Совзонд» в Тюмень для решения возникших проблем и предоставления регулярных отчетов руководству ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Наконец, семинары и доклады, совместно проводимые на ежегодных конференциях «Космическая съемка – на пике высоких технологий», сменялись совместными экспедициями на территории ХМАО-Югры.

Все это, в сочетании с доброй волей руководства обеих организаций, поверивших в возможность реализации такого долгосрочного проекта, и не требовавшего готовых результатов уже в течение первых недель, в совокупности с желанием специалистов обеих структур действительно глубоко вникнуть в запросы, потребности, чаяния друг друга, понять профессиональную терминологию, отраслевые особенности и подходы и стало одним из источников успеха. Сотрудники нескольких отделов ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана теперь не только свободно обращаются с такими понятиями как «мультиспектральная классификация», «создание разновременных композитов», «ортотрансформирование», «атмосферная коррекция», но и самостоятельно, в производственном порядке, выполняют эти процедуры. В свою очередь, термины «ЦППН», «ДНС», «ФУ», «кустовая площадка», «нефтезагрязненный участок», «шламовый амбар», «штабель гидронамыва» стали почти родными для специалистов компании «Совзонд».

Еще один фактор, обусловивший удачу проекта – полномасштабное использование огромной базы знаний и данных в области недропользования и природопользования, накопленных в ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, в сочетании с обширной базой знаний о современных алгоритмах обработки и анализа космических снимков как общепринятых, так и эксклюзивных, разработанных в компании «Совзонд». Объединение таких информационных баз и дало столь серьезные плоды.

Есть и другие причины успеха, но, понимая, что авторы уже слегка утомили читателей общими рассуждениями, не будем их перечислять, а перейдем к конкретным задачам, поставленным в начале пути, направлениям их реализации и результатам, полученным в настоящее время.

1. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных данных ДЗЗ для автоматизированного выявления и картографирования нефтезагрязненных и нару-

шенных земель с применением методов автоматизированной классификации по данным космических снимков и результатам их калибровки по наземным наблюдениям.

Уже к декабрю 2007 г. с использованием эталонной информации, предоставленной ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, на основании применения современных алгоритмов классификации (дерево решений с обязательным предварительным выполнением атмосферной коррекции) к высококачественным мультиспектральным космическим снимкам ALOS/AVNIR-2, была разработана технология, позволяющая выполнять дешифрирование нефтезагрязненных участков в автоматическом режиме (рис. 1-6). Безусловно, на тот момент оставались вопросы, связанные как с достоверностью используемой эталонной информации, так и с большими площадями нефтезагрязненных и нарушенных земель, выявленных в процессе обработки. Подтвердилась необходимость проведения изначально планируемой в начале рабо-



Рис. 1. Малый неферазлив (вытягивается от трубопровода к кустовой площадке; улучшенное изображение с разрешением 2,5 м)



Рис. 2. Средний по размерам, «свежий» неферазлив

ты широкомасштабной полевой экспедиции на территории ХМАО-Югры для сбора независимой эталонной и контрольной информации по нефтеразливам.

Экспедиция, которая была проведена в июле 2008 г. (описываемая ниже), значительно помогла в сборе эталонов разливов нефти в различных ландшафтных и техногенных условиях, и самое главное – полностью подтвердила первичные результаты и действенность методики. В дальнейшем, технология только уточнялась, проецировалась на новые виды съемочных космических систем, обеспечивающих практически ежедневный мониторинг по данным с космического аппарата (КА) FORMOSAT-2, а затем и группировки спутников RapidEye.

Кроме того, была разработана и внедрена в производство совершенно отличная от вышеописанной технология мониторинга вновь появившихся нефтеразливов (а не всех нефтезагрязненных участков на конкретный день, как в первой методике), с использованием, так называемых, «разновременных композитов» мультиспектральных снимков (рис. 7).

Таким образом, возможен двойной контроль нефтеразливов с использованием сразу двух технологий, а также выявление не всех нефтезагрязненных земель на лицензионном участке (возможно оставшихся от прежних владельцев), а только тех, которые появились за отчетный период – год, месяц, неделю.

Обе технологии в производственном режиме используются лабораторией дистанционного зондирования отделения природопользования ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Выявляются нефтезагрязненные и нарушенные земли, формируются паспорта, картографические материалы и аналитические отчеты, которые передаются: заместителю председателя правительства ХМАО-Югры по вопросам недропользования и ТЭК, в Департамент охраны окружающей природной среды и экологической безопасности по ХМАО-Югре и по запросу всем за-

Рис. 3. Крупный нефтеразлив, веерообразно растекающийся в сторону уклона рельефа к юго-востоку от нефтепровода

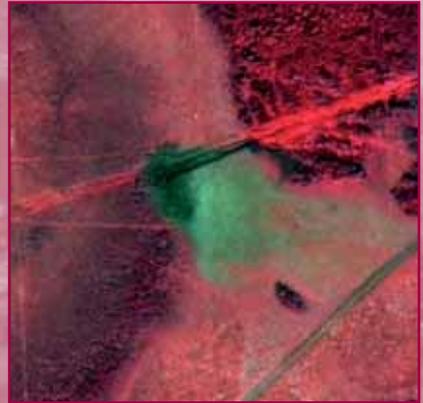


Рис. 4. Первая фаза рекультивации нефтезагрязненных земель вдоль внутрипромыслового трубопровода



Рис. 5. Полностью рекультивированный участок нефтезагрязненных земель





Рис. 6.
Результаты картографирования неф-
тезагрязненных и нарушенных земель

интересованным службам округа. В настоящее время сотрудниками центра выявлено свыше 8 тыс. га нефтезагрязненных земель на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Наиболее высокие показатели загрязненных нефтью земель были отмечены для трех нефтяных компаний, причем у различных компаний степень загрязненности земель оказалась разной.

2. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных, панхроматических и радиолокационных данных ДЗЗ для автоматизированного выявления, определения размеров, изучения состояния и картографирования шламовых амбаров путем автоматизированного дешифрирования и классификации космических снимков.

Шламовые амбары (рис. 8) создаются на кустовых площадках добычи нефти, и предназначены для хранения отходов бурения. В некоторых случаях в амбары попадает и нефть. Шламовые амбары должны рекультивироваться. Существуют отраслевые регламенты, определяющие их содержание и рекультивацию, которые зачастую не выполняются. Это приводит к негативным последствиям для окружающей среды. Кроме того, у большинства компаний – недропользователей осталось большое историческое наследие старых шламовых амбаров, которые, естественно зарастая, остаются серьезным источником негативного воздействия на окружающую среду.

Методика автоматизированного подразделения



Рис. 7.
Разновременный композит снимков: пятна розового цвета – новые разливы, темно-фиолетового – вырубки, черного – новый объект инфраструктуры

шламовых амбаров на категории по виду заполняющего их вещества (вода, шлам, нефть, песок, растительность) и степени рекультивированности с использованием мультиспектральных снимков ALOS/AVNIR-2, разработанная к декабрю 2007 г., полностью подтвердилась в ходе полевых исследований 2008 г. В дальнейшем выполнялись те же виды работ, что и для вышеописанной технологии по нефтезагрязненным землям, с единственным, но существенным отличием. Технология включала использование панхроматических снимков ALOS/PRISM с разрешением 2,5 м не только для фиксации параметров массы-наполнителя шламового амбара, но и для оценки состояния обваловки амбара, выявления нарушений в ней (рис. 9).

Технология используется лабораторией дистанционного зондирования отделения природопользования ГП НАЦПН им. В.И. Шпилльмана в производственном режиме. Только в 2008 г. было выявлено свыше 2,5 тыс. шламовых амбаров, находящихся на разной стадии эксплуатации.

3. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных, панхроматических и радиолокационных данных ДЗЗ для



Рис. 8.
Шламовые амбары различных типов

автоматизированного выявления, определения размеров, изучения состояния и картографирования штабелей и карьеров гидронамыва песка путем автоматизированного дешифрирования и классификации космических снимков.

Большая часть песка для строительства объектов инфраструктуры (дорог, кустовых площадок, других технологических площадей) в связи с региональными

особенностями ХМАО-Югры добывается методом гидронамыва. Рядом с искусственными и естественными водоемами к осени тут и там возвышаются пирамиды песка высотой в десятки метров и протяженностью – в сотни. Разработать автоматизированную методику картографирования таких площадей и определения их горизонтальных размеров (рис. 10) было делом несложным (коротко скажем, что она базируется на свойствах

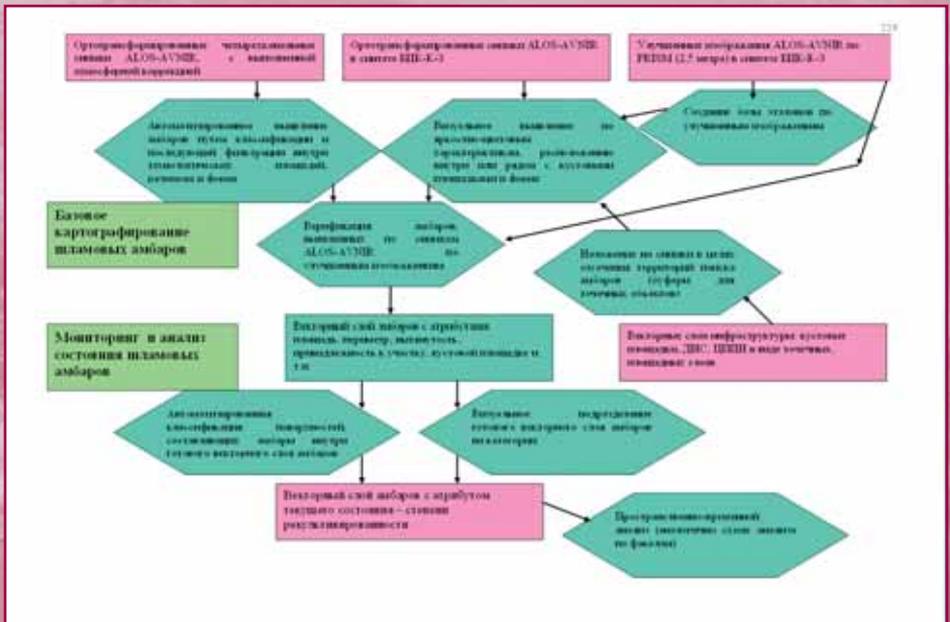


Рис. 9.
Структурно-технологическая схема картографирования и изучения состояния шламобанок

почвенной линии). И уже к осени 2008 г., на базе наиболее «свежих» на тот момент времени космических снимков, лаборатория дистанционного зондирования ГП НАЦРН им. В.И. Шпилемана полностью выполнила картографирование штабеля и карьеры на территории Нефтеюганского, Ханты-Мансийского и Сургутского районов. В настоящее время ведется текущее дежурство за ситуацией.

Другой вопрос – определение вертикальных размеров и объемов намытого песка по снимкам – слож-



Рис. 10.
Работа в ПК ENVI по выявлению штабелей гидронамыва

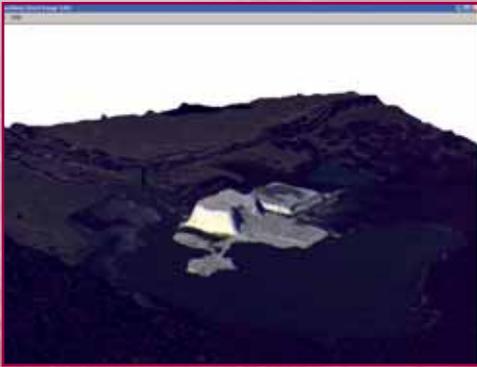


Рис. 11.
Трехмерная модель штабелей, полученная по стереопаре

нее, однако удалось добиться и его решения, путем фотограмметрической обработки стереопар космических снимков ALOS/PRISM и интерферометрической обработки пар радиолокационных снимков ALOS/PALSAR (рис. 11). Наличие автоматизации процедур в программном комплексе (ПК) ENVI позволяет выполнять измерения высоты и объема каждого штабеля. Результаты измерений в дальнейшем были подтверждены полевыми работами, однако эта часть методики остается в технологическом резерве НАЦРН им. В.И. Шпильмана, в связи довольно высокой стоимостью исходных данных в масштабе всего ХМАО-Югры.

4. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа разнородных данных дистанционного зондирования Земли в целях картографирования и мониторинга состояния различных типов фитоценозов, контактирующих с объектами добычи и транспортировки нефти и газа, в том числе автоматизированное выявление сплошных и выборочных рубок, рубок под инфраструктуру недропользования.

В рамках данного направления проведен широкий спектр работ, включающий отработку технологий спектральных классификаций для подразделения растительности, выделения площадей лесного фонда с разными преобладающими породами деревьев. Наконец, отработана и широко развернута в ГП НАЦРН

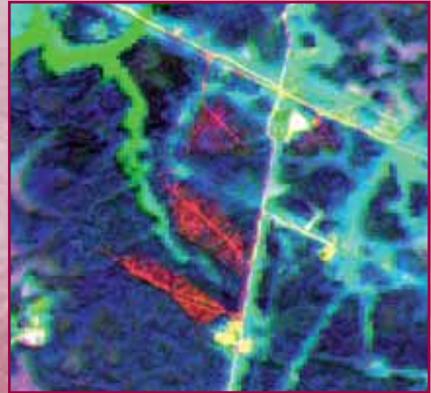


Рис. 12.
Автоматизированное выявление рубок появившихся за период с 2004 по 2007 гг. по разновременному композиту (прорубленные волокна, выделены красным цветом)

им. В.И. Шпильмана технология автоматизированного дешифрирования сплошных, выборочных рубок и рубок под инфраструктуру по разновременным композитам разнообразных космических снимков (рис. 12). Все работы – от формирования композитов до окончательного определения площадей рубок – реализуются специалистами лаборатории дистанционного зондирования ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Остальные технологии могут быть востребованы в любой момент.

Отдельно, на наш взгляд, нужно остановиться на левой экспедиции, организованной в июле 2008 г.

Перед экспедицией стояли следующие основные задачи.

1. Сбор фактической информации по основным тематикам, на которые нацелен проект в целях создания обширной эталонной базы для повышения точности дешифрирования всех видов интересующих объектов (например, разливы нефти в различных ландшафтных условиях, отличающиеся по своим характеристикам, рекреативированные и нерекреативированные и т. д.). Наибольшее внимание во время экспедиции в этом плане уделялось нефтезагрязненным землям, шламовым амбарам, местам сжигания попутного газа, общему экологическому состоянию районов нефтедобычи и разведки, состоянию штабелей гидронамыва, породному составу лесов и вырубкам.



Рис. 13. Примеры паспорта обследования нефтезагрязненных земель, использующегося во время полевых работ (слева) и окончательного варианта, попадающего в базу после обработки полевой информации совместно с данными ДЗЗ (справа)

2. Выполнение полевой проверки результатов уже проведенного автоматизированного камерального дешифрирования (нефтезагрязненные земли, различные типы шламовых амбаров, вырубок, состав пород древесной растительности и т. п.).

3. Отработка наиболее эффективной и результативной методики сбора полевой информации для дальнейшего использования сотрудниками лаборатории ДЗЗ ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Обучение сотрудников ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана данной технологии непосредственно в полевых условиях.

На подготовительном этапе были выполнены следующие виды работ.

1. Разработана общая стратегия сбора полевой информации с применением наиболее современных программных и аппаратных средств.

2. Приобретено и настроено аппаратное и программное обеспечение для сбора полевой информации.

3. Созданы векторные тематические карты на всю территорию ХМАО-Югры в формате GARMIN IMG для загрузки в GPS-приемники соответствующего типа. Карта включает основные базовые слои (дороги, населенные пункты, гидрография и т. п.), а также слои, несущие информацию об инфраструктуре (кустовые площадки, ДНС, ЦППН и т. п.). В настоя-

щее время навигационные карты активно используются в целевой деятельности ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана.

4. Подготовка и загрузка космических снимков и векторных слоев (включая слои, являющиеся результатами предварительного автоматизированного дешифрирования) в полевые карманные персональные компьютеры (КПК).

5. Разработка типовых паспортов полевого описания целевых объектов (участки разливов нефти, шламовые амбары, штабели гидронамыва, газовые факелы, вырубки, точки описания растительности) (рис. 13).

Общая протяженность автомобильного маршрута экспедиции составила свыше 1500 км. За время со 2 по 8 июля 2008 г. были проведены полевые работы на 7 лицензионных участках, располагающихся в различных частях ХМАО-Югры и различающихся как по природным условиям, так и по форме хозяйствования: Талинский, Каменный (ТНК-Нягань), Приобский Южный (НК «Сибнефть-Югра»), Федоровский (ОАО «Сургутнефтегаз»), Мамонтовский, Средне-Балыкский, Малобалыкский (НК «Роснефть») (рис. 14).

За время экспедиции было обследовано 339 точек (рис. 15). Из них было описано и зафиксировано с применением фотоаппаратуры и GPS-приемников 64 нефтеразлива, различающихся по своим характеристикам, и 68 кустовых площадок, с фиксацией на каждой из них состояния шламовых амбаров и самой площадки, 110 точек с описанием растительности. В меньшем количе-

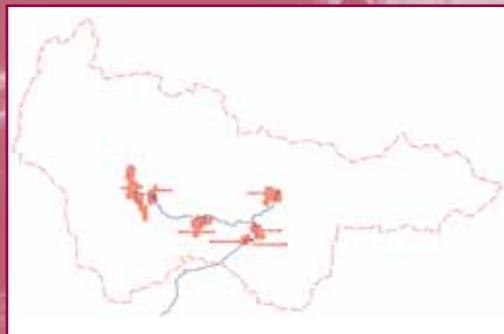


Рис. 14. Общая схема маршрута экспедиции

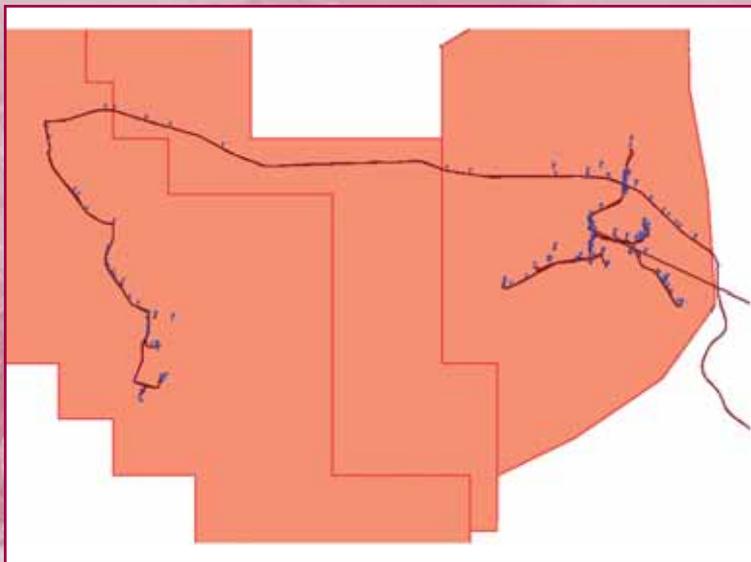


Рис. 15.
GPS-треки и точки обследования на Каменном и Талинском участках

стве представлены данные по штабелям гидронамыва, карьерам, местам сжигания попутного газа, различным экологическим нарушениям (рис. 16, 17).

Работы по проверке результатов автоматизированного дешифрирования нефтезагрязненных земель,

проведенного лабораторией ДЗЗ ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана, были выполнены на примере 24 нефтеразливов, изначально выявленных на территории Средне-Балыкского и Малобалыкского участков (рис. 18). Установлено совпадение 85% результатов



Рис. 16.
Фиксация крупного нефтеразлива на низинном болоте



Рис. 17.
Фиксация крупного нефтеразлива на реке

камерального автоматизированного дешифрирования с данными наземного обследования загрязнения земель нефтепродуктами. Это говорит о высоком качестве предложенной технологии и точной реализации ее сотрудниками лаборатории дистанционного зондирования Земли ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. В свою очередь, обширная база полевых эталонов, созданная во время экспедиции и постоянно пополняемая в настоящее время сотрудниками центра и сотрудниками департамента охраны окружающей среды и экологической безопасности ХМАО-Югры, используется специалистами в целях уточнения и корректировки методики.

5. Разработка технологии автоматизированного картографирования по мультиспектральным снимкам площадок разведочных скважин и оценки

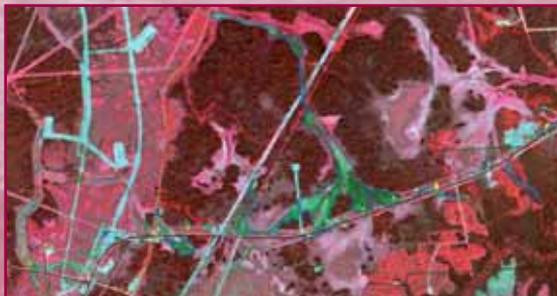


Рис. 18. Малобалькский участок (снимок ALOS/AVNIR-2). Контурсы синего цвета – нефтезагрязненные земли, автоматизировано отдешифрированные лабораторией данных ДЗЗ ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Флажки желтого цвета вдоль трассы Нефтеюганск – Тюмень подтверждают результаты дешифрирования

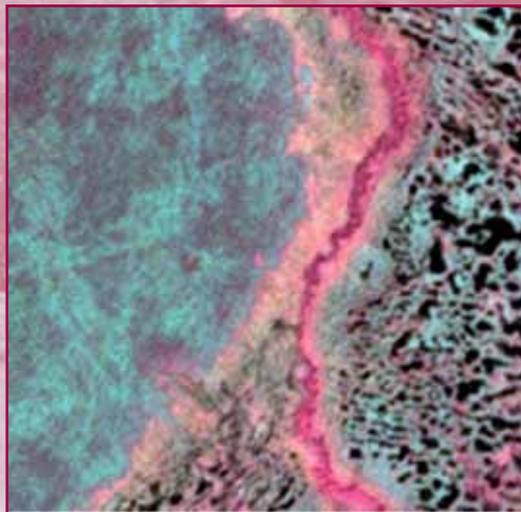


Рис. 19. Состояние местности до строительства площадки разведочного бурения (ПРБ; снимок Landsat, 2000 г.)

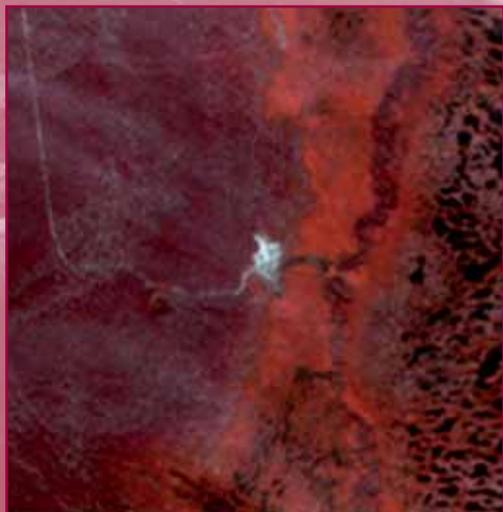


Рис. 20. ПРБ, построенная в 2003 г., по состоянию на 25 сентября 2008 г. (отчетливо заметен сток нефти к реке Хапхлнютяй, локальное нефтезагрязнение с юга от площадки)



Рис. 21.
Различные типы факельных хозяйств на мультиспектральных снимках

их состояния и воздействия на окружающий ландшафт.

Это являлось одной из задач, поставленных руководством ГП НАЦРН им. В.И. Шпилемана уже в ходе реализации проекта. На основе представительной выборки из общей базы разведочных скважин ХМАО-Югры удалось определить основные дешифровочные признаки объектов и виды воздействия на среду, которые можно отдешифровать по имеющимся снимкам (с пространственным разрешением от 2,5 до 15 м) (рис. 19, 20). Степень автоматизации разработанной технологии не очень высокая, в связи с малыми размерами объектов и разнообразием видов воздействия (нарушения грунтов в окрестностях скважины, отсутствие рекультивации площадки и шламового амбара, нефтезагрязнения в результате неправильного тампонирувания), однако с учетом того, что большинство перечисленных видов воздействия уже раскрыты в предыдущих технологиях, задача вполне решаемая. Предложен экологический паспорт разведочной скважины, который содержит всю значимую информацию, извлеченную из снимка.

Технология поэтапно внедряется на базе лаборатории данных ДЗЗ.

6. Разработка и внедрение технологии обработки и анализа мультиспектральных данных ДЗЗ для автоматизированного поиска и картографирования мест сжигания попутного газа. Разработка технологии, позволяющей оценивать объем сжигаемого газа и степень влияния факела на окружающую среду с применением алгоритмов интегральной оценки яркости тепловых и оптических каналов мультиспектральных снимков и их калибровки по данным наземных измерений.

Первая часть технологии, основанная на резком превышении порогов яркости от горящего факела во всех каналах на мультиспектральных снимках, а также на создании базы эталонов, недействующих факельных устройств, была отработана достаточно быстро (к середине 2008 г.), и совместными усилиями скорректирована существующая карта мест сжигания попутного газа на территорию ХМАО-Югры в масштабе 1:100 000 (рис. 21, 22).

При разработке второй – мониторинговой части технологии, мы столкнулись с серьезными трудностями, главной из которых стала проблема получения представительной и достоверной информации назем-

Рис. 24.

Разделение зоны поражения взрыва:

- 1 – эпицентр,
- 2 – зона поваленного леса,
- 3 – зона полностью выгоревшего леса,
- 4 – зона погибшего леса



мерность такой методики.

Кроме вышеперечисленных, был разработан еще ряд технологических решений, в том числе:

- Технология автоматизированной обработки космических снимков различных типов (в том числе и радиолокационных) для выявления, определения размеров, оценки состояния и картографирования различных типов объектов нефте- и газодобывающей и транспортирующей инфраструктуры. Достигнуты определенные успехи по дешифрированию старых, зачастую утерянных трубопроводов путем дешифрирования изменений в растительности, находящейся над ними, разработана технология определения места расположения отдельно стоящих металлических предметов (качалки, брошенные транспортные средства, бочки и т. п.) по радиолокационным снимкам.
- Технология картографирования и мониторинга воздействия магистральных газопроводов на окружающие ландшафты. На базе представленной информации об одном взрыве на магистральном газопроводе удалось найти еще более десяти мест, подтверждающих аналогичные взрывы, описать их дешифровочные свойства, и разработать методику оценки воздействия этого явления на окружающую среду (рис. 24).

Кроме вышеописанных технологий, которые можно называть конечными или отраслевыми, параллельно пришлось разработать ряд специальных (первичных) технологий, без которых невозможно было бы достижение отраслевых. И, конечно же, выбирался вид данных ДЗЗ из космоса, позволяющих решить задачу и обеспечить этими данными проект.

В качестве основных, в связи с невысокой стоимостью (что важно при размерах такого региона как ХМАО-Югры) и высоким качеством, были выбраны космические снимки с недавно запущенного на тот момент времени космического аппарата ALOS (Япония). Базовыми на всю территорию ХМАО-Югры стали мультиспектральные снимки с AVNIR-2 (четыре канала, разрешение на местности 10 м). А для решения более детальных задач использовались панхроматические снимки картографической камеры PRISM (разрешение 2,5 м). В экспериментальных целях применялись снимки с радиолокатора бокового обзора PALSAR (двойная поляризация, 14 м). В дальнейшем, на отдельные участки поставлялись также снимки с КА FORMOSAT-2, группировки спутников RapidEye и другие данные ДЗЗ.

Была разработана технология фотограмметрической обработки всех перечисленных типов снимков (для радиолокационных – геокодирования). Первоначально технология не предусматривала использование допол-



Рис. 25.
Мозаика ХМАО-Югры

нительной информации (топографические карты, полевые измерения) и позволяла получать материалы (ортоизображения) с точностью масштаба 1:100 000 (СКО 40-50 м на местности), в последствие методика была модернизирована за счет использования возможностей, появившихся космических снимков ALOS/PRISM. В настоящее время в ней используются высокоточные RPC-коэффициенты, поставляемые вместе со снимками, что позволяет создавать картографические материалы, соответствующие точности топографических карт масштаба 1:25 000 (СКО 7-8 м на местности) с применением снимков PRISM, снимков с КА FORMOSAT-2 и группировки спутников RapidEye и не хуже масштаба 1:50 000 (СКО 20 м на местности) по остальным материалам.

Благодаря фотограмметрической обработке удалось создать цветную мозаику космических снимков с разрешением 10 м на всю территорию ХМАО-Югры (рис. 25).

Для оптимизации оперирования огромными массивами разнородной информации, накопленной в ходе

реализации проекта (по-разному обработанные снимки, композиты, мозаика, векторные слои, таблицы, паспорта объектов и т. д.), было разработано приложение в среде ГИС MapInfo Professional, позволяющее специалисту осуществлять быстрый доступ к любым видам информации и ее визуализацию в нужный момент времени (рис. 26).

В 2009 г. продолжается технологическое сотрудничество как в плане решения новых поставленных задач, так и в части корректировки уже разработанных методик под снимки с новых КА.

Главным итогом сотрудничества, логически вытекающим из предыдущей деятельности, стало создание геопортала – универсального сетевого интерфейса для доступа к информации, создаваемой ГП НАЦРП им. В.И. Шпильмана им. В.И. Шпильмана (рис. 27), в первую очередь, ориентированного на использование специалистами и руководителями различных департаментов правительства ХМАО-Югры, а также другими пользователями.



Рис. 26.
Работа в приложении – быстрый поиск и вывод на карту снимков, векторных покрытий, композитов и т. п.

С главной страницы портала можно попасть на страницы конкретных департаментов. В каждом случае функциональность, набор данных ДЗЗ, производных

картографических слоев оптимизирована, исходя из целей функционирования конкретного департамента. Наконец, от сайтов департаментов можно перейти к геопорталам конкретных лицензионных участков, содержащих более подробную информацию – кроме мозаики, еще и набор космических снимков за разные промежутки времени.

Создание геопортала не означает завершения сотрудничества между нашими организациями – тем для взаимодействия огромное количество, а жизнь такого экономически активного, уникального в природном отношении и большого по размерам региона, как ХМАО-Югры ставит перед нами все новые и новые задачи, решение которых зачастую эффективно только с применением современных космических снимков и передовых информационных технологий.

Партнерство, проверенное временем – лучшая опора для решения таких задач.



Рис. 27.
Работа лаборатории данных дистанционного зондирования ГП НАЦРН им. В.И. Шпильмана