

Современное состояние и перспективы развития дистанционного зондирования Земли в Национальном центре космических исследований и технологий Республики Казахстан

Ж.Ш. Жантаев¹, М.К. Абсаметов², Б.Э. Бекмухамедов², Р.Б. Акназарова²,
А.Ф. Мухамедгалиев², Н.Р. Муратова², Л.В. Шагарова², М.Ж. Батырбаева²

¹ АО «Национальный центр космических исследований и технологий» Национального космического агентства Республики Казахстан

² ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
050010 Алматы, Шевченко, 15
E-mail: baur_gis@mail.ru

В статье описана история создания акционерного общества «Национальный центр космических исследований и технологий Республики Казахстан» и в его составе – Института космических исследований имени академика У.М.Султангазина. Описаны некоторые научно-прикладные исследования института: мониторинг и предупреждение нефтяных разливов в акватории и береговой зоне Северо-Восточного Каспия; оперативный космический мониторинг паводков и пожаров; космический мониторинг магистральных трубопроводов; космический мониторинг подвижек земной поверхности методом радиолокационной дифференциальной интерферометрии; космический мониторинг дистанционной оценки параметров сельскохозяйственного производства, космический мониторинг солепылевых выносов в Центральной Азии. В статье также описаны перспективы развития инфраструктуры центров приема спутниковых данных в АО «НЦКИТ».

Ключевые слова: космический мониторинг, нефтяные разливы, Каспийское море, пожары, солепылевые выносы.

Введение

Институт космических исследований создан согласно Постановлению Кабинета Министров Казахской ССР № 470 от 12 августа 1991 года.

В 2004 году решением Правительства Республики Казахстан создано РГП «Центр астрофизических исследований» на праве хозяйственного ведения Министерства образования и науки Республики Казахстан с дочерними предприятиями: Институт космических исследований, Институт ионосферы, Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова.

В 2007 году РГП «Центр астрофизических исследований» был передан в ведение вновь образованного Национального космического агентства Республики Казахстан.

В 2008 году с целью концентрации научного и технического потенциала, занятого в космической сфере, создано Акционерное общество «Национальный центр космических исследований и технологий» (АО «НЦКИТ») со стопроцентным участием государства в уставном капитале. В состав АО «НЦКИТ» входят Астрофизический институт имени В.Г.Фесенкова, Институт ионосферы, Институт космических исследований, Институт космической техники и технологий.

В январе 2011 года Институту присвоено имя академика У.М. Султангазина. Основатель и первый директор Института – Лауреат Государственной премии СССР, кавалер

Орден Ленина, Трудового Красного Знамени, «Парасат», академик НАН РК Султангазин Умирзак Махмутович (1936 г.–2005 г.).

В настоящее время в структуре ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина» – 4 отдела:

- Отдел геоинформатики и распознавания образов;
- Отдел космического материаловедения и приборостроения;
- Отдел технологий космического мониторинга;
- Отдел информационно-образовательного обеспечения космической отрасли.

В Институте функционируют Центр приема космической информации (г. Алматы) и Научно-образовательный центр космического мониторинга коллективного пользования (г. Астана), ориентированные на регулярный прием и архивацию данных дистанционного зондирования Земли с космических аппаратов RADARSAT-1 (Канада), Aqua (США), Terra (США), IRS-P6 (Индия), NOAA (США), находящихся в зоне радиовидимости.

Предметом деятельности ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина» является проведение фундаментальных и прикладных исследований в рамках государственных, отраслевых, международных программ и проектов, а также выполнение работ по грантам отечественных и зарубежных фондов в области дистанционного зондирования Земли, космического мониторинга, геоинформационного моделирования, космического материаловедения.

Работы по созданию теоретических основ исследования Земли из космоса, средств, методов и технологий космического мониторинга ведутся в Казахстане с 1991 года со дня основания Института. Основная цель – изучение состояния природно-хозяйственных комплексов и экосистем на территории республики, прогноз их динамики и разработка научно обоснованных рекомендаций по устойчивому развитию и рациональному природопользованию. Первоначально эти работы носили поисковый характер и осуществлялись в рамках программ фундаментальных исследований под научным руководством академика У.М. Султангазина, уделявшего большое внимание решению теоретических, технических и организационных вопросов создания системы экологического и природно-ресурсного мониторинга территории Казахстана.

Существенные результаты получены в рамках следующих программ: «Научные основы дистанционного зондирования и моделирования природно-техногенных систем» (1993-1996 гг.); «Теоретические основы дистанционного зондирования и космических технологий» (1997-1999 гг.), «Разработать методы анализа данных дистанционного зондирования и свойств синтезированных в космосе материалов» (2000-2002 гг.), «Разработка теоретических основ создания Национальной системы космического мониторинга территории Казахстана» (2003-2005 гг.), «Развитие научно-методологических основ исследования и использования космического пространства, исследования Земли из космоса в интересах технологического и социально-экономического развития Республики Казахстан», подпрограммы «Теоретические основы космических технологий» (2006-2008 гг.), «Изучение систем и объектов ближнего и дальнего космоса, исследования Земли из космоса, развитие научных основ космических технологий» (2009 г.).

Институт космических исследований, как головная организация, координировал исследования институтов и других ведомственных организаций при разработке и реализации всех четырех казахстанских программ научных исследований и экспериментов на борту орбитального комплекса «Мир» с участием космонавтов Аубакирова Т.О. (1991 г.) и Мусабаява Т.А. – (1994 г., 1998 г., 2001 г. – на борту Международной космической станции).

Основные результаты фундаментальных исследований заложили теоретические основы для разработки и внедрения прикладных космических технологий в интересах отраслей экономики и регионов республики.

С 1997 года по заказу Министерства сельского хозяйства РК Институтом проводятся исследования по оценке площадей пахотных земель и потенциальной урожайности основных зерносеющих областей Казахстана (Костанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская, Карагандинская, Павлодарская области) и оценке состояния и кормовых запасов пастбищных угодий южных областей Казахстана.

По заказам областных акиматов в течение ряда лет проводятся работы по космическому мониторингу чрезвычайных ситуаций (пожаров, наводнений, паводков) в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Атырауской, Кызылординской, Алматинской, Карагандинской областях. В целях охраны окружающей среды ведется постоянное наблюдение за состоянием отдельных регионов Казахстана: бассейном Каспийского моря, Шардаринским водохранилищем и др.

В направлении развития системы космического мониторинга территории Казахстана проводятся НИР по созданию системы мониторинга водных ресурсов в бассейнах трансграничных рек.

В 2003 году по поручению Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева была инициирована целевая научно-техническая программа «Развитие Национальной системы космического мониторинга Республики Казахстан на 2004-2006 годы», которая в дальнейшем была включена в Государственную программу «Развитие космической деятельности Республики Казахстан на 2005-2007 годы». С 2008 года работы по разработке и внедрению космических технологий продолжены в рамках бюджетной программы «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».

1. Некоторые фундаментальные и прикладные исследования

Мониторинг и предупреждение нефтяных разливов в акватории и береговой зоне Северо-Восточного Каспия

В рамках встречи Президентов Казахстана и России Нурсултана Абишевича Назарбаева и Дмитрия Анатольевича Медведева 15 сентября 2011 года в г. Астрахани на VIII форуме межрегионального сотрудничества двух государств, подтверждена необходимость создания Межгосударственной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций (МГСМ ЧС) в целях оперативного совместного скоординированного реагирования на чрезвычайные ситуации трансграничного характера.

Важнейшей частью МГСМ ЧС должна стать объединенная система космического мониторинга (ОСКМ). Мировой опыт свидетельствует, что основным, а зачастую и единственным источником информации, на основе которого принимаются решения о мерах по ликвидации ЧС, являются системы космического мониторинга. Постоянное обновление и наращивание международной космической группировки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет увеличивать оперативность, частоту и пространственное разрешение космосъемки территорий любого масштаба. При этом данные ДЗЗ являются наиболее экономичным способом получения оперативных сведений.

В настоящее время в России и Казахстане успешно развиваются национальные системы космического мониторинга ЧС. Функционируют базовые сети приемных станций, обеспечивающие регулярное покрытие территорий обоих государств данными ДЗЗ низкого, среднего и высокого разрешения в различных спектральных диапазонах.

В казахстанском секторе шельфовой зоны Северо-восточного Каспия ведется разработка крупнейшего Кашаганского месторождения, предполагающего бурение 240 глубоких скважин и прокладку более 1000 км внутрипромысловых трубопроводов по дну мелководного казахстанского шельфа. В стадии разведки и разработки находится и ряд других месторождений.

Добыча нефти на шельфе Северного Каспия сопряжена с риском возникновения разливов нефти, загрязнением морских вод Каспия и, как следствие, гибелью морской флоры и фауны. Авария, произошедшая 20 апреля 2010 года на нефтедобывающей платформе Deerwater Horizon в Мексиканском заливе, со временем переросшая в техногенную катастрофу, показала масштабы негативных последствий разлива нефти для экосистемы региона на многие десятилетия вперед. Следует заметить, что дебет скважины на платформе Deerwater Horizon составлял 5000 баррелей (680 тонн) в сутки, что соизмеримо с дебетом скважины месторождения Кайран (780 тон в сутки), расположенной в шельфовой зоне Северного Каспия. Проведенное моделирование возникновения аварийной ситуации на месторождении Кайран показало, что нефтяному загрязнению будет подвержена практически вся мелководная часть шельфовой зоны Северо-Восточного Каспия (2.5 тыс. кв. км.). Поэтому последствия возможной аварии на месторождении будут катастрофическими для всего Северного Каспия. При этом следует также учесть, что разлив нефти произойдет в мелководной шельфовой зоне, являющейся природным нерестилищем всего Каспийского моря. В этой ситуации создание системы мониторинга нефтяных разливов в Казахстанской части Каспийского моря трудно переоценить.

Большое внимание в плане мероприятий по предупреждению нефтяных разливов уделяется задаче выявления источников, вызывающих или способных вызвать загрязнение Каспийского моря. К числу таких источников следует, в первую очередь, отнести аварийные ситуации на производственных и технологических объектах морской добычи и транспортировки нефти, а также протечки скважин затопленных месторождений. К сказанному следует добавить, что перечисленные источники загрязнения расположены в шельфовой зоне Северо-восточного Каспия и представляют значительную опасность для биоты всего Северного Каспия.

Таким образом, основной задачей предупреждения нефтяных разливов является создание геобазы данных потенциальных источников нефтяных разливов в акватории и береговой зоне Северо-восточного Каспия, к числу которых, в первую очередь, следует отнести:

1. Объекты морской добычи и транспортировки нефти.
2. Затопленные и подтопляемые скважины.
3. Суда, сбрасывающие нефтепродукты.
4. Участки естественного выхода нефти.

Для своевременного реагирования и эффективного устранения последствий нефтяных разливов, вызванных аварийными ситуациями и другими причинами, необходимо иметь информацию о возможных масштабах загрязнения акватории и прилегающих прибрежных территорий нефтепродуктами. При этом необходимо использовать математические и геоинформационные методы моделирования процессов распространения нефтяных разливов в зависимости от мощности источника разлива, батиметрии и региональных метеорологических условий.

Входной информацией для моделирования процессов распространения нефтяного разлива будут: метеорологические данные, батиметрия шельфа, параметры источника разлива, материалы космической съемки и другие. Результатом моделирования будет прогнозная картограмма загрязнения.

Для мониторинга нефтяных разливов в акватории и береговой зоне Северо-Восточного Каспия используется Национальная (корпоративная) система космического мониторинга ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина» АО «Национальный центр космических исследований и технологий» Национального космического агентства РК.

Система мониторинга нефтяных разливов включает:

- Геопространственную базу данных основных источников нефтяных разливов;
- Корпоративную систему космического мониторинга Института космических исследований;
- Блок моделирования развития нефтяного загрязнения.

Таким образом, система мониторинга нефтяных разливов позволяет, используя информацию геопространственной базы данных, проводить направленный (прицельный) мониторинг потенциальных источников нефтяного загрязнения акватории и береговой зоны Северо-восточного Каспия, используя при этом высокоточные системы радиолокационного зондирования. Существующая возможность оперативного моделирования распространения нефтяного разлива представляет широкие возможности для своевременного реагирования и эффективного устранения последствий нефтяных разливов, вызванных аварийными ситуациями на объектах нефтедобывающей инфраструктуры.

Оперативный космический мониторинг паводков и пожаров

Работы по созданию технологических комплексов для решения задач мониторинга ЧС с использованием данных ДЗЗ ведутся в АО «НЦКИТ» с 2001 года. В рамках Государственной программы «Развитие космической деятельности Республики Казахстан на 2005–2007 годы» впервые в Казахстане разработаны методики космического мониторинга пожаров и наводнений, обеспечивающие раннее обнаружение и оперативное картирование очагов возникновения ЧС, а также созданы базовые технологии обработки данных оптических и радиолокационных ДДЗ.

В рамках работ по проекту «Создать комплексные геоинформационные системы (ГИС) – технологии для оценки риска и мониторинга пожаров и наводнений в базовых регионах Казахстана» республиканской бюджетной программы «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» на 2008 год были разработаны:

– ГИС-технология оценки степени риска затопления территории на основе многолетних результатов космического мониторинга. Построены карты зон риска затопления для территорий Кызылординской и Западно-Казахстанской областей.

– ГИС-технология оценки риска возникновения пожаров на основе многолетних данных ДЗЗ. Проведен обобщенный анализ результатов космического мониторинга пожаров на территории Западно-Казахстанской области за 2002-2008 годы. Выделены зоны с высокой степенью риска возникновения пожаров.

В настоящее время технология космического мониторинга раннего обнаружения очагов пожаров и картирования выгоревших площадей апробирована в Западно-Казахстанской, Ак-

тубинской, Карагандинской, Алматинской, Атырауской и Восточно-Казахстанской областях. Она показала достаточно высокую эффективность. Технология космического мониторинга паводков использовалась для контроля прохождения паводковых вод и наводнений в Западно-Казахстанской, Южно-Казахстанской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской областях.

В последние годы в связи с обострением в зимне-весенний период паводковой ситуации в среднем течении реки Сырдарья из-за сброса воды с Токтогульского водохранилища (Киргизия) в особую задачу выделен космический мониторинг динамики заполнения водной поверхности Шардаринского водохранилища, от режима которого во многом зависит развитие паводковой обстановки в этом регионе.

АО «НЦКИТ» является членом программы «JPT Sentinel Asia», объединяющей страны Азиатско-Тихоокеанского региона. В рамках этой организации осуществляется межгосударственная координация, производится обмен данными ДЗЗ и продуктами их обработки, необходимыми для принятия своевременных решений по предупреждению и ликвидации стихийных бедствий и катастроф.

Космический мониторинг магистральных трубопроводов

Практика эксплуатации магистральных трубопроводов показывает, что значительное влияние на возникновение аварийных ситуаций играет воздействие природных факторов. Одним из наиболее эффективных индикаторов, характеризующих степень влияния природных факторов на возникновение аварийных ситуаций, является наличие «рисковых зон», т.е. участков магистрального газопровода, подверженных ускоренному развитию деформационных и коррозионных процессов. Возникновение и развитие таких участков на магистральных трубопроводах, как правило, обусловлено происходящими эндогенными и экзогенными геологическими процессами (геодинамических подвижек, пучения грунтов, появления карста и др.), а также геоморфологическими и ландшафтными особенностями изучаемого региона.

К «рисковым зонам» следует, в первую очередь, отнести участки магистрального трубопровода (МТ), характеризующиеся наличием активных геодинамических зон, агрессивных почв, грунтовых вод, солончаков, водных преград и др. Значительное влияние на возможность возникновения аварийных ситуаций оказывает антропогенный фактор.

Кроме того, они подвержены воздействию природных факторов, таких как изменения температуры почвы и грунтовых вод, подтопления и сейсмические воздействия при прохождении трассы газопровода по геодинамическим зонам (ГДЗ), что связано уже с возможными механическими воздействиями на МТ.

Учитывая, что указанные природные процессы имеют значительное пространственное распределение, мониторинг и локализация «рисковых зон» наиболее эффективно может быть осуществлена с использованием методов и технологий аэрокосмического мониторинга.

Результатом аэрокосмического мониторинга является геоинформационная «карта рисков», отображающая степень влияния природных и техногенных факторов на ускоренное развитие деформационных и коррозионных процессов на локальных участках магистрального трубопровода.

Разработанная технология выделения «рисковых зон» включает следующие этапы работ:
– уточнение особенностей геологического строения территории прохождения трассы МТ с целью выделения геодинамических и сейсмоактивных зон, контролирующих развитие деформационных процессов;

- уточнение геоморфологических и ландшафтных (типы и степень влажности почв, солончаки, гидросеть, грунтовые воды) особенностей изучаемого региона с целью пространственной локализации коррозионно-агрессивных сред ;
- распознавание и уточнение пространственной локализации других внешних факторов, влияющих на безопасность функционирования МТ (нарушение обвалования, промоины, выветривания и др.);
- выявление пространственной локализации других природных и техногенных факторов (переходы через водные преграды, транспортные магистрали, урбанизированные и сельскохозяйственные территории, др.);
- применение математической модели риск-анализа;
- построение карты рисков.

Проводимые в Институте космических исследований работы по аэрокосмическому мониторингу магистральных трубопроводов будут служить основой для планирования первоочередных диагностических и ремонтных работ на магистральных газопроводах.

Применение методов радиолокационной дифференциальной интерферометрии для мониторинга подвижек земной поверхности

В настоящее время все большее распространение среди космических средств определения вертикальных и горизонтальных перемещений земной поверхности космическими методами получает радиолокационная интерферометрия, при которой фиксируется амплитуда и фаза сигнала, отраженного от поверхности. При этом одно изображение, сделанное с помощью SAR-системы, в большинстве случаев не имеет практического значения, тогда как два разновременных снимка (интерференционная пара), эффективно используются для решения задачи дифференциальной интерферометрии. Корректное решение задачи дифференциальной интерферометрии позволяет получить информацию о перемещениях земной поверхности с точностью до нескольких миллиметров.

Дифференциальная радиолокационная интерферометрия (ДРИ) представляет собой эффективное средство прямого картирования подвижек земной поверхности и деформаций сооружений.

Принципиальное преимущество ДРИ перед другими методами мониторинга вертикальных и плановых деформаций заключается в прямом замере различий в рельефе, произошедших за период между двумя (тремя, четырьмя) съемками.

Получаемый в результате интерферометрической обработки файл сдвижения, как правило, показывает интегральную картину смещений. Обычно она складывается из различных природных и техногенных составляющих.

Природные деформации грунта обусловлены перемещениями блоков земной коры, вызванными циклом лунных приливов и отливов, сезонными протайками грунтов в районах вечной мерзлоты, просадками в районах высокой термокарстовой активности, современными геодинамическими и сейсмологическими процессами.

Техногенные смещения обусловлены, в основном, добычей углеводородов, сопровождающейся значительным (на порядок) понижением давления в пластах-коллекторах, отработкой водоносных горизонтов, а также извлечением различных полезных ископаемых шахтовым методом с образованием при этом крупных полостей в породном каркасе осадочного чехла. Эксплуатация подземных хранилищ газа (ПХГ) тоже сопровождается примерно полугодо-

вым циклом знакопеременных смещений земной поверхности. Методами радиолокационной интерферометрии можно отследить и деформации магистральных трубопроводов и других транспортных магистралей, вызванные техногенным воздействием на грунты.

Наземные методы, применяемые для геодинамического мониторинга, такие как нивелировка, сейсмические измерения, GPS измерения не полностью отражают временную детальность и пространственный масштаб произошедших измерений в рельефе земной поверхности. В настоящее время особую практическую ценность приобретают методы и технологии радиолокационной интерферометрии, которые позволяют получать площадные оценки вертикальных и плановых смещений земной поверхности с точностью до первых миллиметров независимо от условий освещённости и облачности. В зависимости от поставленных задач эти методы могут быть применены как самостоятельно, так и в комплексе с геодезическими (GPS, наземное нивелирование) и геофизическими методами, в частности, сейсмологическими.

В настоящее время в Институте космических исследований ведутся работы по применению методов дифференциальной интерферометрии для мониторинга подвижек грунтов на производственных территориях Жезказганского рудного бассейна с использованием SAR-данных космических радиолокационных систем нового поколения TerraSarX и CosmoSkyMed, а также данных наземных топографо-геодезических измерений.

Система дистанционной оценки параметров сельскохозяйственного производства

Одним из крупных направлений космического мониторинга в Казахстане является дистанционное зондирование сельскохозяйственных угодий. Здесь наибольшую эффективность космических наблюдений показала система дистанционной оценки параметров сельскохозяйственного производства, основанная на спутниковой информации TERRA/MODIS и IRS/Resourcemat/Avifs среднего пространственного разрешения с широкой полосой захвата. Сегодня в оперативном режиме проводится определение посевной площади яровых культур и паровых полей, контроль сроков ярового сева, оценка состояния и засоренности яровых посевов, прогноз валового сбора зерна, контроль сроков и объемов уборочных работ. Указанные виды работ выполняются ежегодно для основных зерносеющих регионов Казахстана: Акмолинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Кызылординской областей.

Длительный опыт применения данных космической съемки различного пространственного разрешения позволил существенно повысить точность оценки площадей до 97%, и снизить допустимый уровень ошибок в оценке продуктивности зерновых культур до 2 ц/га. Высокая точность и эффективность космического мониторинга зернового производства достигается за счет применения современных ГИС-технологий. Ежегодно обновляемая на основе данных дистанционного зондирования маска посевных площадей строится в рамках созданных ГИС для каждой области. Атрибутивная информация по каждому полю позволяет проводить различные виды ГИС-анализа, хранить историю полей за все годы мониторинга и выпускать итоговую информацию в виде пояснительных записок, таблиц и областных картосхем.

Работы по созданию методов и технологий сбора подспутниковых наблюдений, калибровки и тематического дешифрирования космических снимков различного пространственного разрешения начаты в 2004 году, когда только создавалась сеть подспутниковых поли-

гонов для задач космического мониторинга в рамках работ по Государственной программе «Развитие Национальной системы космического мониторинга Республики Казахстан». Эти работы продолжались в Государственной программе «Развитие космической деятельности Республики Казахстан на 2005-2007 годы» и при выполнении Республиканской бюджетной программы 002 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» в 2008-2012 гг.

За период с 2005 по 2008 гг. удалось развернуть сеть подспутниковых полигонов, охватывающих основные агроклиматические районы и типы почв в северных зерносеющих областях. Здесь осуществлены комплексные исследования, включающие как стационарные наблюдения на тестовых участках яровых зерновых посевов, так и сезонные обследования и спектрометрические измерения на отдельных полях по маршруту наблюдений за посевами яровых зерновых культур в Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областях, озимых – в Алматинской области.

В 2006-2010 годах подспутниковые работы были расширены. Во-первых, организованы наблюдения за снежным покровом и состоянием ледников в горной зоне формирования возобновляемых водных ресурсов Алматинской области. Здесь стационарные наблюдения используются для задач дистанционной оценки максимальных запасов воды в снежном покрове и мониторинга площади ледников. Во-вторых, в 2010-2012 годах основное внимание подспутниковых исследований уделялось наблюдениям за экологическим состоянием и продуктивностью типичных пастбищных угодий и разработке методик их дистанционной оценки.

Собранные данные позволили усовершенствовать калибровки спутниковых данных, развить методы и верифицировать результаты тематической дешифровки космических изображений для решения различных теоретических и прикладных задач космического мониторинга, в частности оценки изменений и картирования типов земного покрова.

Космический мониторинг солепылевых выносов в Центральной Азии

В течение последних десятилетий Приаральский регион представляет собой зону экологического бедствия, оказывающую влияние на жизнедеятельность всего Центрально-Азиатского региона. Спутниковый мониторинг региона проводился по дневным снимкам различного разрешения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра за период 2000-2011 гг.

Катастрофическая деградация Аральского моря породила новое явление – соле-пылевые бури с осушенного дна. Вероятность возникновения пыльной бури на высохшем дне моря в десятки раз выше, поскольку структура поверхности высохшего дна нестабильна и легко подвергается ветровой эрозии. Пыльные бури наиболее типичны в весенний период, когда поверхность почвы высыхает, освобождаясь от накопленной в зимний период влаги, а вегетация еще минимальна. Рассмотрены эпизоды пыльных бурь по космоснимкам NOAA за период 2000-2011 гг. Выявлено, что ежегодное число бурь и их интенсивность возрастают.

По спутниковым снимкам проведено исследование временной динамики зоны выноса аэрозоля в восточной части Приаралья с оценкой интенсивности пылевого выноса с осушенного дна Аральского моря:

– наблюдается зависимость между сокращением водного зеркала восточной части Большого Арала и увеличением площади зоны выноса аэрозолей;

- характерной особенностью пыльной бури в Приаралье является пространственная привязка пылевого облака к очагам ветровой эрозии на осушенном дне;
- выявлено, что участки дна, обнажившиеся в предыдущие годы, продолжают оставаться активными очагами пылевых бурь.

В выполнении проекта участвовали специалисты из Израиля (Ben-Gurion University), Германии (Philipps-Universitaet Marburg), Португалии (Algarve University), Казахстана (Space Research Institute, Kazakh Research Institute of Ecology and Climate), Узбекистана (Hydrometeorological Research Institute, Institute of Bioecology of Karakalpak division of Uzbek Academy of Sciences), Туркменистана (National Institute of Deserts Flora and Fauna, Ministry of Nature Protection), России (Institute of Water Problems).

2. Перспективы развития инфраструктуры центров приема спутниковых данных

В настоящее время в АО «НЦКИТ» функционируют два крупнейших в Средней Азии центра приема и обработки данных ДЗЗ: Центр приема космической информации в г. Алматы (ЦПКИ) и Центр космического мониторинга (ЦКМ) в г. Астана. Оба центра осуществляют прием оптико-электронных данных и радиолокационных космических снимков в режиме прямого сброса. Обобщенная информация о текущей комплектации центров представлена в таблице. Современная комплектация центров, имеющая техническую, программную и информационную совместимость, позволяет синхронизировать режимы их функционирования и минимизировать потери информации из-за перекрытия сеансов приема и технических сбоев оборудования.

Таблица 1. Центры приема и обработки данных ДЗЗ в г. Алматы и г. Астана

Название Центра	Центр приема космической информации	Центр космического мониторинга
<i>Месторасположение</i>	г. Алматы	г. Астана
<i>Тип станции приема данных ДЗЗ</i>	АПК Унискан-24, Telonics	АПК Унискан-36
<i>Дата установки станции</i>	2001 год	2003 год
<i>Дата последней модернизации</i>	2011 год	2012 год
<i>Сертификация</i>	Сертифицирован технологический комплекс приема и обработки данных IRS-P6 (RESOURCESAT-1)	Сертифицирован технологический комплекс приема и обработки данных RADARSAT-1
<i>КА, данные ДЗЗ с которых принимаются в настоящее время</i>	Terra/MODIS, Aqua/MODIS, NOAA/AVHRR	Terra/MODIS, Aqua/MODIS, RADARSAT-1

Центры также осуществляли прием, обработку и архивацию космоснимков со спутников RADARSAT-1, IRS-1C, IRS-1D и RESOURCESAT-1, которые были запущены еще в 90-е годы. В настоящее время указанные космические аппараты (КА) исчерпали свои эксплуатационные ресурсы. Поскольку запуск казахстанских КА намечен только на 2014 год, чтобы обеспечить функционирование Национальной системы космического мониторинга в оперативном режиме до их запуска, необходимо перейти на прием информации с международных КА нового поколения. Интерес, в первую очередь, представляет

организация приема оптико-электронных данных RESOURCESAT-2, DMC-2 и особенно радиолокационных снимков RADARSAT-2, поскольку это позволит обеспечить преемственность технологических решений, гарантировать совместимость исходных данных и продуктов их обработки.

Для развития сети Центров приема на территории Казахстана целесообразно установить дополнительную станцию в г. Атырау, что позволит осуществлять прием радиолокационных данных RADARSAT-2 с пространственным разрешением до 1-3 метров. Это даст возможность мониторинга нефтегазовой инфраструктуры Каспийского региона независимо от времени суток и наличия облачного покрова. Кроме того, интерферометрическая обработка данных радара с синтезированной апертурой позволит создавать модели рельефа с высокой точностью, выявлять незначительные деформации земной поверхности, вызванные добычей углеводородного сырья. По техническим характеристикам новая станция также сможет осуществлять прием снимков КА ДЗЗ Республики Казахстан среднего и высокого разрешения.

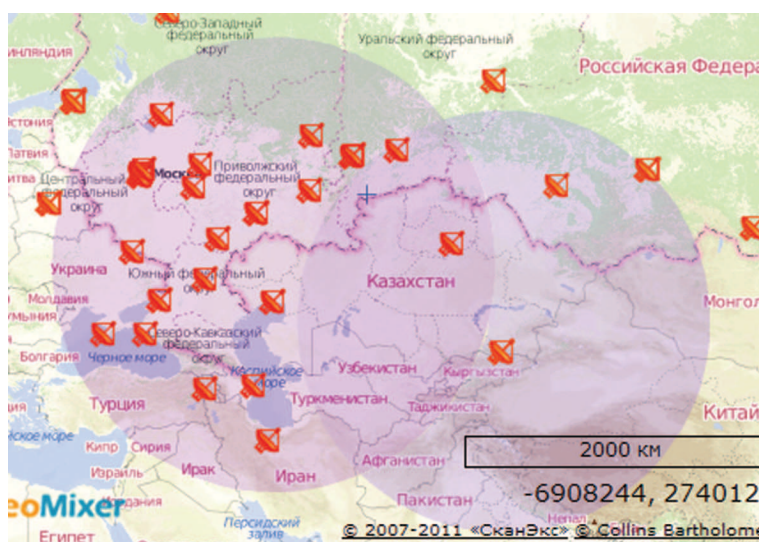


Рис. 1. Зоны покрытия территории станциями в гг. Алматы и Атырау

Ввод в эксплуатацию нового центра приема данных ДЗЗ в г. Атырау позволит создать систему космического экологического мониторинга Прикаспийского региона, что особенно важно с началом промышленной разработки крупных нефтяных месторождений на Каспии, а также обеспечит покрытие территории республики и приграничных территорий оптико-электронными и радарными снимками высокого пространственного разрешения с использованием дополняющих друг друга станций в г. Алматы и г. Атырау.

Центр космического мониторинга в г. Астана, который работал в режиме синхронного дополнения станции Центра приема космической информации (г. Алматы), продолжит принимать космические снимки низкого разрешения со спутников Terra/Aqua и функционировать в образовательных целях в рамках учебного процесса специалистов космической отрасли Республики Казахстан.

Расширение возможностей технологических комплексов приема, обработки и архивации данных ДЗЗ в Алматы и Атырау обеспечит регулярное покрытие территории Республики Казахстан снимками различного пространственного разрешения с новых КА для решения задач космического мониторинга Республики Казахстан.

A modern condition and prospects of development of Remote Sensing of the Earth in the National Center of Space Research and Technology of the Republic of Kazakhstan

**Zh.Sh. Zhantayev¹, M.K. Absametov², B.E. Bekmuhamedov², R.B. Aknazarova²,
A.F. Muhamedgaliev², N.R. Muratova², L.V. Shagarova², M.Zh. Batyrbaeva²**

*JSC “National Center of Space Researches and Technologies”
National Space Agency Republic of Kazakhstan
“Space Research Institute named after Academician U.M. Sultangazin”
JSC “National Center of Space Researches and Technologies”
050010 Almaty, 15 Shevchenko st.
E-mail: baur_gis@mail.ru*

The article describes the history of creation of the joint-stock company «National Center of Space Researches and technologies of the Republic of Kazakhstan» and in its composition – the Space Research Institute named after Academician U.M.Sultangazin. Describes some of the scientific and applied research of the institute: monitoring and prevention of oil spills in the water area and coastal zone of the North-Eastern Caspian sea; operational space monitoring of floods and fires; space monitoring of main pipelines; space monitoring of movements of the earth's surface by the method of radar differential interferometry; space monitoring of remote evaluation of the parameters of agricultural production; space monitoring of dust developments in the Central Asia. The article also describes the prospects of development of the infrastructure of satellite data reception in JSC «NCSRT».

Keywords: remote sensing, oil spill, the Caspian Sea, fires, dust developments.