

АНГЕЛ-ХРАНИТЕЛЬ из космоса: предсказание землетрясений и катастроф, дела пожарные и городские

Мониторинг и прогнозирование катастроф является одной из наиболее актуальных проблем современной науки об окружающей среде. В различных странах существуют специальные центры и сложные системы наблюдения за изменениями в окружающей природной среде, разрабатываются разнообразные проекты и выдвигаются различные идеи о предупреждении катастрофических процессов и явлений. Особую роль в мониторинге и прогнозировании природных катастроф играют космические методы и технологии.



Одним из таких исследовательских центров является Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС» Минобрнауки России и РАН. Его директор академик **БОНДУР Валерий Григорьевич** в интервью нашему журналу сообщил, что исследования, проводимые в возглавляемой им организации, позволили разработать ряд новых методов аэрокосмического мониторинга Земли, в том числе, для изучения и раннего выявления природных катастроф. Они, в частности, позволяют обнаружить предвестники землетрясений из космоса. По словам Валерия Григорьевича, ему известны до 90 параметров, по которым принципиально возможен дистанционный мониторинг предвестников землетрясений, хотя в настоящее время при современном уровне развития науки из них доступно около 15.

- Валерий Григорьевич, возможна ли связь между космическими исследованиями и сейсмологией? Можно ли увидеть с орбиты то, что скрыто на Земле и под Землей, скажем, грядущее землетрясение?

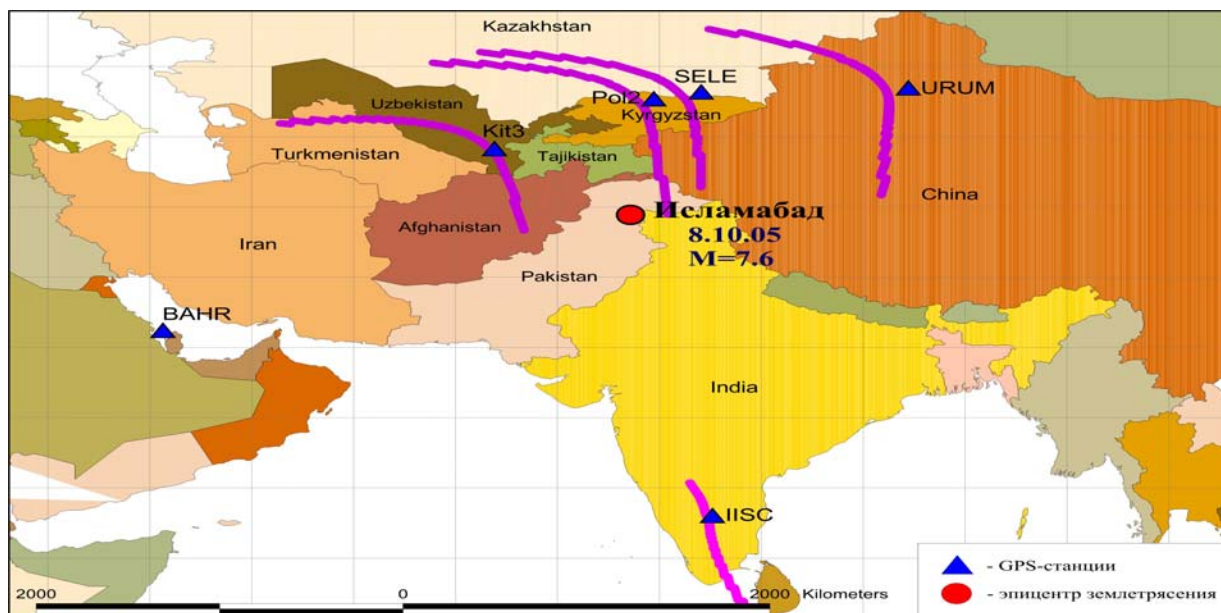
- Из космоса хорошо анализируются связи между структурными и динамическими процессами в литосфере, океане и атмосфере Земли, а также в околоземном космическом пространстве, в том числе, в сейсмоопасных регионах.

Предсказание землетрясений по сей день до конца нерешенная задача — существующие сейсмические станции способны достоверно сообщить о неминуемой катастрофе лишь за несколько десятков секунд до ее начала. Относительно надежными являются только долгосрочные прогнозы — на годы вперед. Среднесрочные прогнозы менее достоверны. Краткосрочное прогнозирование, наиболее важное для предупреждения населения, в настоящее время практически не развито. Однако есть надежда изменить ситуацию, в том числе путем использования новых методов и технологий мониторинга из космоса. Наглядным примером является широкое использование систем спутниковой навигации.

Мы живем в век, когда космическая информация становится повседневной реальностью. Разработанные нами новые методы позволяют путем специального анализа космических данных обнаруживать и идентифицировать именно краткосрочные предвестники землетрясений.

- Существует ли методика предсказания землетрясений, и если да, то на чем она основана?

- Специалистам «АЭРОКОСМОС» удалось разработать методы потокового анализа спутниковых данных, с помощью которых регистрируются различные физические поля в сейсмоопасных регионах. Из космоса удается отслеживать изменения, связанные с подготовкой и нарастанием сейсмической активности. Это открывает новые подходы к прогнозированию землетрясений. Потоки спутниковых



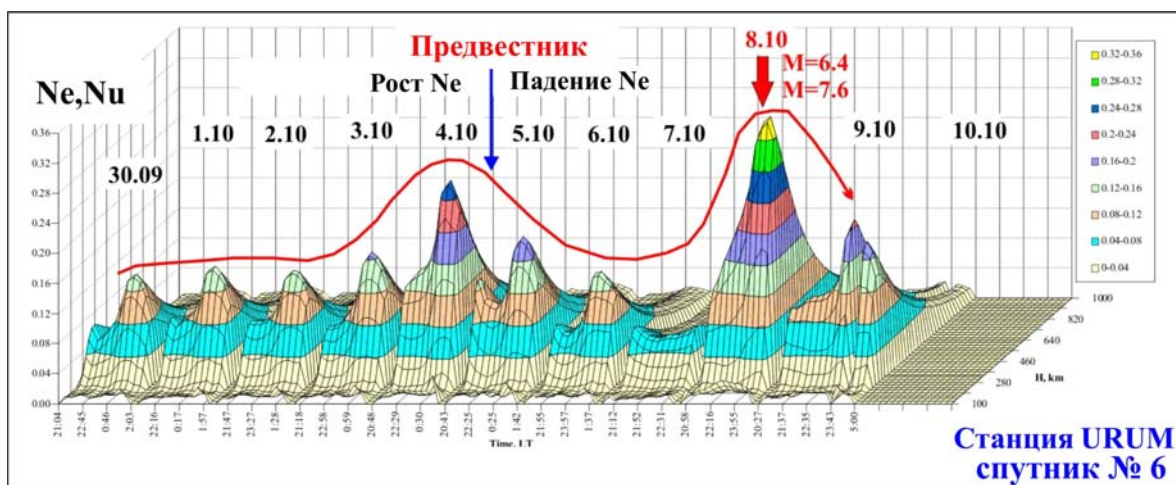
Траектории подионосферных точек для навигационного спутника №6 системы GPS

данных позволяют, например, получить информацию об изменениях геодинамических особенностей сейсмоопасных зон нашей планеты, проявляющихся в виде специфического распределения линеаментов. Космические методы обеспечивают возможность регистрации флуктуаций температуры земной поверхности и приповерхностного слоя воздуха, вариаций силы тяжести и магнитного поля, а также аномалий в ионосфере Земли над областями готовящихся землетрясений.

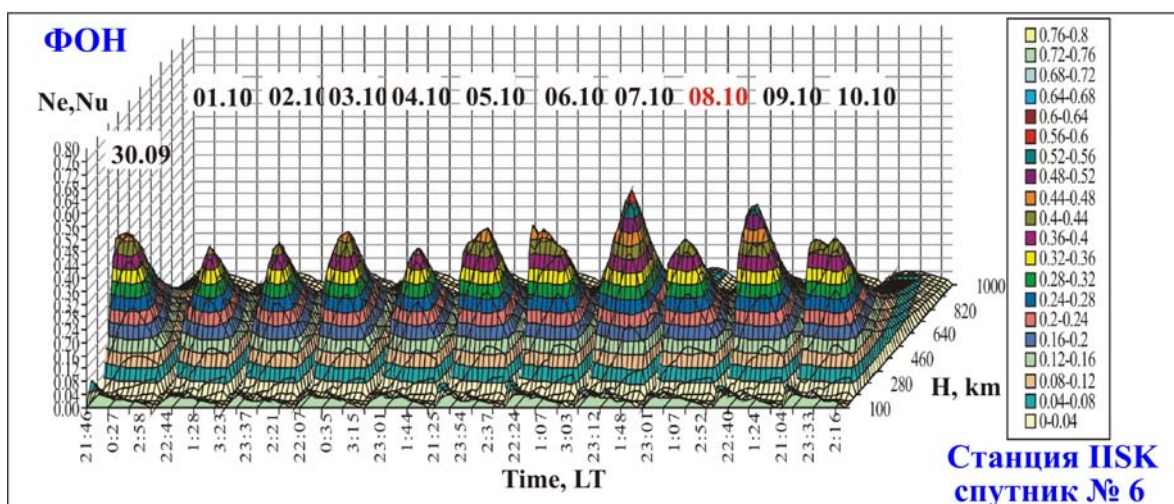
Один из наиболее перспективных методов позволяет выявить характерные возмущения в ионосфере на основании результатов обработки данных, получаемых с навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Анализ особенностей распространения радиоволн, излучаемых на двух частотах в последовательные моменты времени, позволяет формировать систему параметров, с помощью которой путем специальной обработки можно получить данные о вариациях концентрации и пространственно-временного распределения электронов в ионосфере Земли*. Это позволяет оперативно и с хорошей точностью осуществлять мониторинг состояния ионосферы из космоса. Оказалось, что специфические вариации параметров ионосферы, регистрируемые при таком мониторинге, связаны с подготовкой и протеканием сейсмических событий. Наличие пиков и других особенностей поведения сигналов, отражающих состояние

* Метод работает подобно тому, как осуществляются измерения проводимости в лаборатории 4-зондовым методом – роль 2-х зондов играют последовательные сигналы, тогда как еще два зонда – это частоты космических систем навигации – Ред.

ионосферы, хорошо коррелирует с землетрясениями. Необходимо только научиться выделять их на фоне других ионосферных флуктуаций.



Распределение электронной концентрации с 30 сентября по 10 октября 2005 г. вблизи эпицентра землетрясения в Пакистане (8 октября 2005 г., магнитуда 7.6)

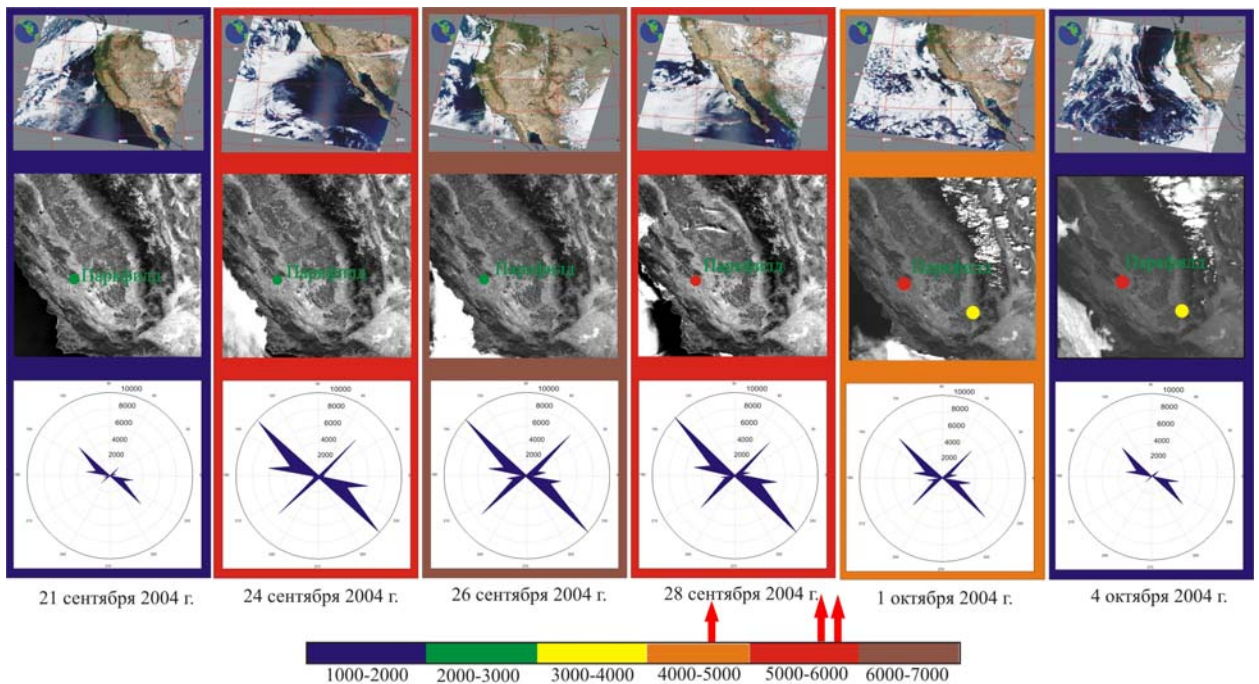


Распределение электронной концентрации с 30 сентября по 10 октября 2005 г. вдали от эпицентра землетрясения в Пакистане (станция IISK)

Многочисленные исследования подтвердили, что аномальные вариации параметров ионосферы, выявляемые по данным спутниковых навигационных систем, совпадали с местами и временами протеканиями землетрясений. Также предвестники регистрировались много раз, в том числе, например, для землетрясений, происходивших в г. Калининграде (сентябрь 2004 г.), Пакистане (октябрь 2005 г.), Мексике (апрель 2010 г.), в районе Курильских островов (январь 2009 г.) и многих других. Это позволило реализовать на практике один из оперативных методов космического мониторинга предвестников землетрясений.

Еще один перспективный подход связан с разработанным нами методом выявления сейсмоопасных территорий по линейным элементам космических изображений, регистрируемых в последовательные моменты времени путем специальной обработки. Анализ плотности линеаментов и «роз-диаграмм» их направленности позволяет выявить моменты повышения сейсмической активности

и прогнозировать место и время землетрясений, что подтверждено многочисленными примерами.



Динамика систем линеаментов перед землетрясением в Паркфилде (28.09.2004 г., магнитуда 6.0)

- Реально ли в будущем обеспечить население в сейсмоопасных районах постоянным краткосрочным прогнозом землетрясений, как мы сегодня имеем ежедневный прогноз погоды? Говоря образно, могут ли спутники быть ангелом-хранителем хотя бы от землетрясений? Может быть, когда-нибудь в каждом навигаторе появится микросхема, которая «обсчитает» сигнал по методике, позволяющей почувствовать аномалии в ионосфере?

Пока достоверное прогнозирование землетрясений, особенно краткосрочное, вопрос открытый и крайне сложный, особенно если учесть непредсказуемость последствий, которые они влекут за собой. Так, например, недавние события на АЭС «Фукусима» стали следствием цунами, порожденного сильнейшим землетрясением.

Для прогнозирования таких природных катастроф как землетрясения, необходимо сопоставлять различные данные и проводить непрерывный мониторинг, в том числе, из космоса. Наиболее перспективным для решения этой проблемы является комплексный анализ различных геофизических полей, регистрируемых из космоса и наземными средствами над сейсмоопасными территориями. Это наглядно продемонстрировали результаты исследований, выполненных НИИ «АЭРОКОСМОС» по заданиям Минобрнауки России. Есть веские основания для продолжения и расширения такого рода исследований.

А что, кроме землетрясений, можно предсказать?

Мониторинг и прогнозирование природных катастроф является одной из наиболее актуальных проблем современной науки об окружающей среде. Это

связано с тем, что такие катастрофы на всем протяжении истории человечества постоянно наносили и наносят большие, а иногда колоссальные человеческие и экономические потери. Частота катастрофических явлений в природе и их масштабность непрерывно нарастают, приводя к возрастанию риска больших потерь человеческих жизней и в экономике, а также к нарушениям социальной инфраструктуры. Только за последние десятилетия число и масштабность природных катастроф возросли примерно в 5 раз, а их опасность – в 9 раз.

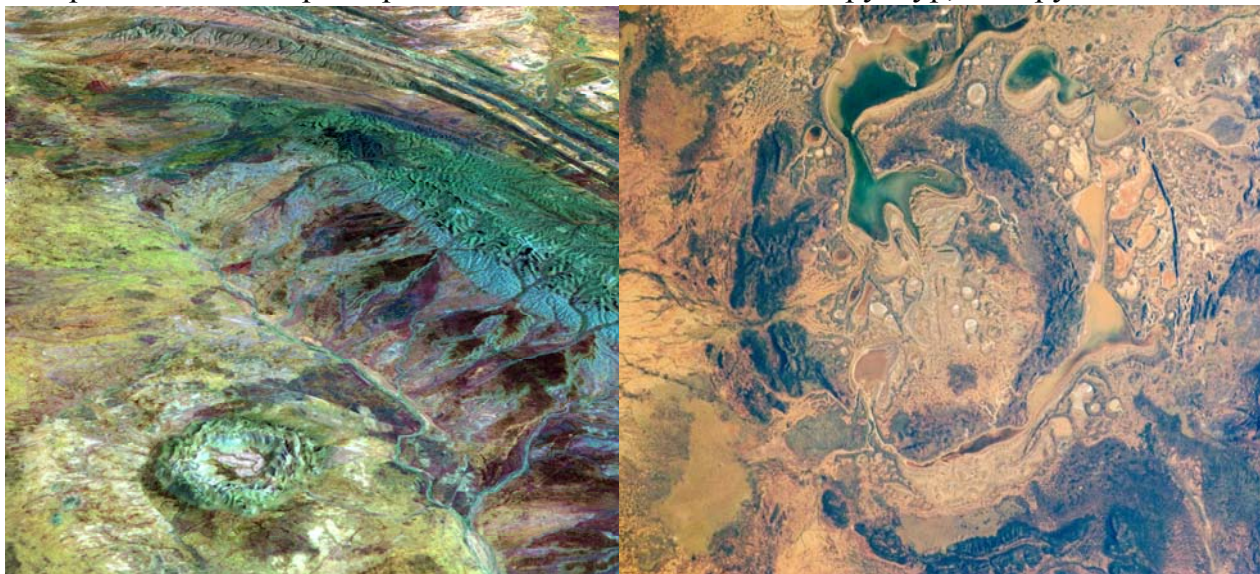
В целом распределение природных катастроф по их типам следующее: тропические штормы и ураганы – 32%, наводнения – 32%, землетрясения – 12%, засухи – 10% и на долю других приходится 14%. Распределение по континентам следующее: Азия – 38%, Америка – 26%, Африка – 14%, Европа – 14% и Океания – 8%.

Результаты исследований, выполненных за последние 25 лет, показывают, что в слабо развитых странах зависимость потерь от природных катастроф существенно выше, чем в экономически развитых регионах. Поэтому становится ясным, какие опасности ожидают население этих стран в ближайшем будущем – для них предсказание катастроф имеет важнейшее значение.

Однако решение задач прогноза и предупреждения катастрофических явлений в целом по земному шару должно быть предметом озабоченности всех стран, независимо от их экономического развития. Так что такая озабоченность – это реальная научная и практическая проблема, которую можно решать на основе космических данных.

Какие яркие открытия сделаны пилотируемой космонавтикой при изучении Земли?

Таких открытий множество. Одним из наиболее интересных из них, сделанных с непосредственным участием советских космонавтов, стало обнаружение огромного количества кольцевых структур и линеаментов на поверхности Земли. На основании результатов исследований из космоса оказалось, что вся поверхность Земли буквально испещрена этими образованиями разных размеров. Например, изучение направлений линеаментов, которые во многих случаях представляют собой разломы и видимые разрывы, показало, что они отражают строение каркаса земной коры и его современную динамическую напряженность. Характеристики этих геологических структур, обнаруживаемых из



Кольцевые структуры

космоса, позволяют исследовать многие природные ресурсы Земли.

Подобные открытия были сделаны в различных средах: и в океане, и в атмосфере, и в околоземном космическом пространстве.

Не могли бы вы рассказать о «тайне» серебристых облаков?

Такие облака были открыты еще в 1885 году, но их природа долгое время была непонятна. Высказывались предположения, что они состоят из вулканической или метеорной пыли, но, как выяснилось по результатам наблюдений, состоят в основном из водяного льда. Сама по себе конденсационная (ледяная) гипотеза развивалась независимо с 1917 г., но долгое время не имела достаточных экспериментальных оснований, хотя уже в 1925 г. немецкий геофизик А. Вегенер (создатель теории движения континентов) на основе этой гипотезы рассчитал, что для конденсации пара в ледяные кристаллы на высоте 80 км температура воздуха должна быть около $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Сегодня признана роль метеорных частиц как ядер конденсации и роста кристаллов льда, составляющих серебристые облака, причем оказалось что это нанокристаллы!

Исследования серебристых облаков затруднены тем, что они рождаются в области температурного минимума $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на высотах 50–150 км (эти высоты принято относить к мезосфере). Эти высоты все еще слабо изучены, поскольку самолеты и аэростаты туда не могут подняться, а искусственные спутники Земли не могут там долго находиться. До сих пор ведутся споры о природе серебристых облаков, так как они находятся в зоне активного взаимодействия атмосферы Земли с космическим пространством, куда попадает межпланетная пыль, метеорное вещество, заряженные частицы солнечного и космического происхождения и где возникают аномалии магнитного поля из-за солнечных вспышек.

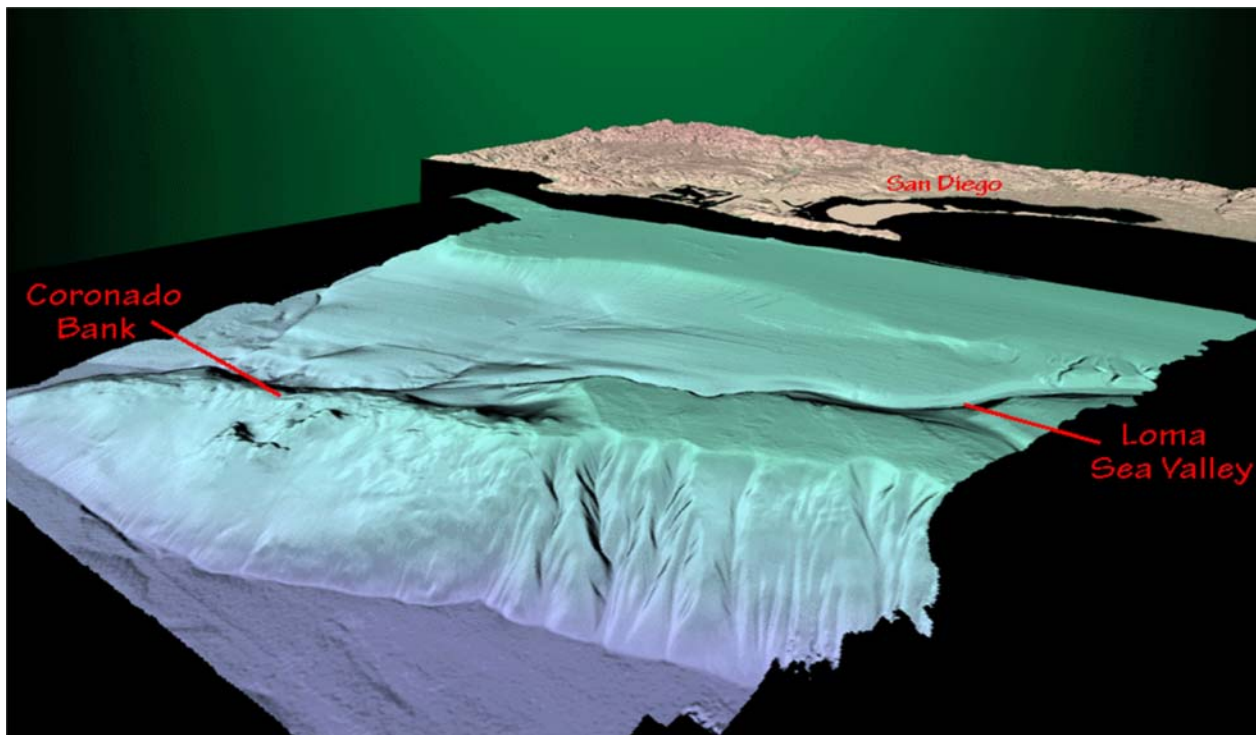
Источник воды, образующей серебристые облака, стал понятен, когда обнаружился приток в атмосферу Земли из космоса огромного количества (примерно раз в 20 минут) снежных ядер «мини-комет». При средней массе ядра около 100 т они должны приносить в атмосферу Земли в сутки до $3 \cdot 10^6$ т паров воды. Этого достаточно для конденсации водяного пара при температурах около $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. «Мини-кометы» могут также приносить с собой очень большое количество рыхлых пылинок с массами примерно 10^{-14} г (наиболее эффективных ядер конденсации), которых относительно мало в межпланетном пространстве, так как они выталкиваются из солнечной системы световым давлением.

Вход в атмосферу Земли снежного ядра «мини-кометы» впервые наблюдал из космоса летчик-космонавт Г.М. Стрекалов с борта орбитального комплекса «МИР» 26 сентября 1990 г. А.С. Викторенко и А.Ю. Калери с борта ДОС «МИР» в марте-августе 1992 г. обнаружили серебристые облака, размеры, форма и время существования которых указывают на их возможную связь с вторжением «мини-комет». Интересные результаты по исследованию серебристых облаков получил и В.П. Савиных. В дальнейшем много данных удалось получить со спутника UARS. Экспериментальные наблюдения при углах рассеяния $100\text{--}180^{\circ}$ подтвердили предположения о том, что они состоят из частиц с размерами в десятки нанометров.

Серебристые облака – самые высокие облака в атмосфере Земли; образуются далеко за пределами прилегающего к земле слоя воздуха – тропосферы. Они существуют в мезосфере на высоте около 85 км, и видны только тогда, когда освещены солнцем из-за горизонта, в то время как более низкие слои атмосферы находятся в земной тени; днем они не видны. Серебристые облака являются одним из основных источников информации о движении воздушных масс в верхних слоях атмосферы. Серебристые облака передвигаются в верхних слоях атмосферы исключительно быстро — их средняя скорость составляет около 100 метров в секунду (360 км/час).

Были ли прорывы, связанные с исследованиями Мирового океана?

Важным результатом первых наблюдений океана из космоса являлась выявленная космонавтами возможность видеть рельеф дна. Это обнаружено космонавтами А.Г. Николаевым, В.И. Севастьяновым, Л.И. Поповым, И.В. Рюминым и другими. Систематические наблюдения, проводимые В.В.Коваленком с борта «Салюта-6», позволили выявить наличие на поверхности Мирового океана различных уровней вод, воспринимаемых визуально. В дальнейшем различные уровни вод в Мировом океане в виде «сводов», «ложбин», «валов» наблюдали многие космонавты. Обнаруженное В.В. Коваленком и А.С. Иванченковым существование различных уровней вод в Мировом океане привлекло внимание многих исследователей.



Рельеф дна

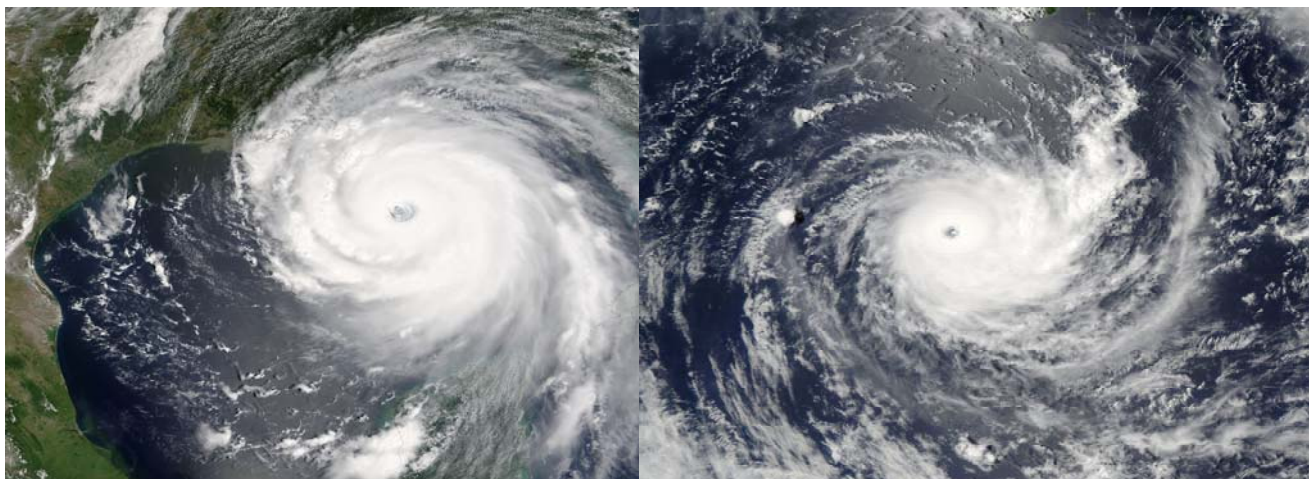
Именно из космоса впервые выявлены многие явления на поверхности океана, в том числе такие, как вихри открытого океана различных масштабов, меандры, ринги, грибовидные течения и др.

***Ринги – водовороты** пользуются у моряков дурной славой – из этих районов довольно регулярно приходят сообщения о бесследно исчезнувших судах. В середине 70-х в 400 километрах от японских островов Огасавара был обнаружен гигантский водоворот – его радиус составлял около 100 километров. Исследования показали, что водоворот поднимается с глубины 5000 метров до поверхности океана. В центре этой гигантской воронки имеется впадина, уровень воды в которой на несколько десятков метров ниже уровня океана. По подсчетам океанологов, энергия этого водоворота в 10 раз больше энергии обычного течения. И еще одна странность, пока не нашедшая никакого объяснения: примерно раз в 100 дней этот водоворот меняет направление своего вращения. Подобные гигантские водовороты обнаружены и в районе Бермудского треугольника, вблизи Шри-Ланки и даже у берегов Антарктиды. В центре таких водоворотов имеется довольно глубокая впадина: например, возле Шри-Ланки ее глубина превышает 100 метров. Со спутников зафиксированы глубины впадин до 200 метров.*

Наблюдения первых космонавтов и последующие результаты, полученные с борта пилотируемых космических кораблей и долговременных орбитальных станций, а также с автоматических космических аппаратов, в области исследований гидросферы заложили основу нового научного направления – спутниковая океанология. Серьезный вклад в развитие этого направления внесли и ученые НИИ «АЭРОКОСМОС». Нам удалось разработать новые методы дистанционного зондирования, позволившие выявить неизвестные ранее явления и закономерности, происходящие в глубинах океана, по их проявлениям на поверхности и в приповерхностном слое, а также осуществить мониторинг различных гидрофизических полей водной среды. Нами выполнен ряд проектов по аэрокосмическому мониторингу антропогенных воздействий на прибрежные акватории нашей страны и зарубежных стран, в том числе, в акваториях у побережья Гавайских островов. Но это тема для отдельного разговора.

Важнейшей областью применения космических методов и технологий является изучение процессов взаимодействия океана и атмосферы. Особенно актуально использование космических данных для мониторинга опасных процессов, являющихся результатом такого взаимодействия. К ним относятся, прежде всего, тропические циклоны (тайфуны, ураганы), от которых страдает более половины населения Земли.

Роль космических методов и технологий для предупреждения таких природных катастроф просто неоспорима.



Тропический циклон Katrina (вид из космоса)

Тропический циклон Wilma (вид из космоса)

Среди успехов отечественной школы космонавтики значится открытие удивительного свечения Земли во время солнечных бурь. У нас в журнале как раз идет разговор о воздействии космической «погоды» на человека (см. статью Т.К. Бреус «Космическая погода». 2011. № 11, 12). Но по всей видимости первоначально ее принимает на себя Земля – ведь свечение целых широтных поясов было обнаружено во время солнечных бурь именно из космоса.

Да, можно сказать, что из космоса впервые было обнаружено свечение планетарного масштаба – охватывающее широким «поясом» всю Землю. Космические орбиты оказались исключительно удобными для изучения эмиссионного излучения верхней атмосферы, полярных сияний, зодиакального света, пылевых облаков и серебристых облаков и многих других удивительных и порой загадочных явлений. Результаты наблюдений, проведенных космонавтами, способствовали формированию современного представления о строении и свойствах ионосферы Земли.

Совершенно неожиданные результаты были получены основным экипажем второй экспедиции орбитальной станции «Салют-6» В.В. Коваленком и А.С. Иванченковым в июле–октябре 1978 года. Они отметили свечение атмосферы практически в планетарном масштабе. На 135-е сутки полета В.В. Коваленок в дневнике записал: «Первый эмиссионный слой слился с видимым горизонтом Земли (23.30-00.05 московского времени). Отмечается повышенное свечение всей атмосферы на теневом участке орбиты. Второй эмиссионный слой наблюдается на небесной сфере замкнутым кольцом. Спросить ЦУП: не ожидаются ли мощные полярные сияния? Какое состояние Солнца?». Сегодня уже нет сомнений, что эмиссионное излучение верхней атмосферы Земли и полярные сияния – проявления солнечных бурь. Эти работы были продолжены В.В. Коваленком и В.П. Савиных во время 5-й экспедиции на «Салюте-6» в мае 1981 г.

Космонавтами установлено, что особенно чутким является второй эмиссионный слой Земли, расположенный в F-области ионосферы на высотах примерно 200–350 км. А свечение первого эмиссионного слоя ночной атмосферы (85–100 км) обнаружил еще К.П. Феоктистов во время полета на космическом

корабле «Восход» в октябре 1964 года. Он же сделал предположение, что полярные сияния – почти непрерывный процесс. Оказалось, что этот процесс усиливается при вспышках на Солнце, но что самое интересное – опоясывающее «шарик» свечение появляется раньше, чем разгораются полярные сияния – и это тоже было зафиксировано с борта «Салют-6».

По мнению ученых, основным фактором, определяющим добавочное свечение ночной F-области во время вспышки на Солнце, является увеличение интенсивности рассеянного на ионах и атомах верхней атмосферы ультрафиолетового излучения солнечной вспышки. Это излучение, попадая в ночную ионосферу на высоте около 1000 км, способно производить ионизацию всей среднеширотной F-области земного шара, что и вызывает опоясывающее свечение второго эмиссионного слоя ночной атмосферы, расположенного в этой области.

Валерий Григорьевич расскажите, а на что сегодня опираются российские исследователи? С чем вы работаете – ведь отечественных спутников, к сожалению, сейчас почти нет..

Давайте начнем с вопроса о том, чем отличаются друг от друга различные методы и технологии? Главным образом, речь идет об особенностях и объеме используемых данных и полезности информационных продуктов, извлекаемых из «сырой» космической информации. Сегодня специфика нашей работы выглядят примерно так – мы анализируем информацию с 32–36 различных спутников. Данные многих из них принимаются нами оперативно на 3-х наземных станциях в Москве, в Сибири и на Дальнем Востоке. В настоящее время четыре российских спутника ДЗЗ, такие, как Ресурс-ДК, Метеор-М №1, Монитор и геостационарный спутник Электро-Л, дают очень мало информации. Поэтому приходится использовать все то, что можно брать от космических аппаратов других стран. К огромному сожалению, и в космосе мы сегодня, в основном, ресурсное государство...

Почему?

Дело в том, что у нас хорошие ракеты-носители и с их помощью мы практически лучше всех делаем запуски спутников разных стран. Но лишь около 3% всех доходов от космической деятельности приходится на запуски, тогда как 70–75% этих доходов приносят услуги от использования космических данных, качество которых зависит от глубины обработки, анализа, а также от их правильного использования. В цепочке получения и использования космической информации запуски стоят в самом начале – по сути говоря, это ресурс, который мы тратим для того, чтобы проложить дорогу другим. Лишь когда спутники, оснащенные специальной аппаратурой ДЗЗ, запущены, и информация уже поступает из космоса, тогда возникает вопрос, а что же делать с этой информацией, как ее обрабатывать, интерпретировать и использовать. Успех нашего коллектива состоит как раз в том, что мы знаем, как получать, обрабатывать, анализировать эти данные и использовать их для решения многих важных задач. Для этого необходимо иметь соответствующие знания, должны разрабатываться и использоваться специальные методы и технологии.

И в чем это знание состоит?

В идеале знание «полного цикла» должно складываться из таких шагов:

- постановка задач, например, для фундаментальных исследований в интересах науки или для решения задач мониторинга окружающей среды, чрезвычайных ситуаций, объектов техносферы и т.п.;

- разработка принципов построения системы мониторинга для решения этих задач, формирование исходных данных на отдельные компоненты такой системы и разработка требований к регистрируемым параметрам;

- выбор информации, необходимой для решения той или иной тематической задачи и исходя из возможностей существующих космических средств;

- сбор этой информации для решения поставленных задач;

- обработка, анализ, интерпретация и использования полученных информационных продуктов.

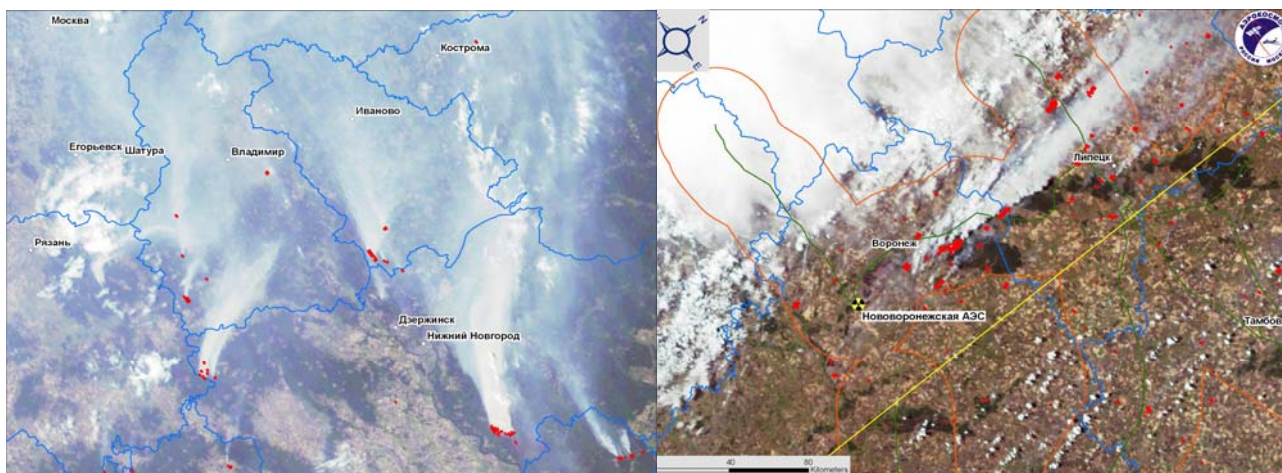
Сегодня актуальны такие направления использования информации, получаемой из космоса, как экологический мониторинг, исследование природных ресурсов, выявление природных катастроф и оценка их последствий, контроль объектов техносферы (транспортных систем, объектов энергетики и т.п.), получение новых знаний о нашей планете и многие другие. Например, весьма перспективно применение космических методов для мониторинга районов добычи и транспортировки углеводородов. На территории России в настоящее время эксплуатируется более 1 млн километров магистральных, промысловых и распределительных нефте-, газо- и продуктопроводов. Трубопроводная система покрывает 35% территории страны, на которой проживает 60% ее населения. Только на магистральных трубопроводах ежегодно происходит в среднем около 55 аварий. Обеспечение безопасности трубопроводного транспорта требует проведение его диагностики и мониторинга. Для этого перспективно применение аэрокосмических методов. В настоящее время существуют параметрические методы контроля – на компрессорных станциях определяют разницу давления, температурных и других параметров и прекращают прокачку в случае утечки. Используют также внутритрубные методы контроля, когда в трубопровод помещают специальную тележку с измерительным оборудованием, и она ищет там дефекты путем регистрации различных параметров потока.

А космические методы имеют принципиальные отличия. Они обеспечивают внутритрубный (внешний) контроль. Причем позволяют выявить очень малые утечки. В этом их особенность, которую можно и нужно использовать.

А как обстоит дело с обнаружением пожаров?

В настоящее время в нашей организации создана космическая система обнаружения и прогноза распространения природных пожаров, равной которой в мире нет. С чем это связано?

Существуют ряд систем дистанционного обнаружения пожаров: отечественные ИСДМ-Рослесхоз (ФГУ «Авиалесоохрана», ИКИ РАН и др.), средства космического мониторинга (МЧС России, ООО ИТЦ «СКАНЭКС») и зарубежные системы: FIRMS (США); европейская информационная система лесных пожаров (EFFIS); канадские системы мониторинга пожаров CWFIS и Fire M3.



Пожары в Центре Европейской части территории России, обнаруженные из космоса

Уникальность и главные конкурентные преимущества системы космического мониторинга «АЭРОКОСМОС» по сравнению с другими системами связаны со следующими основными обстоятельствами: комплексным использованием большего числа космических аппаратов, оборудованных как обзорной аппаратурой с разрешением (250 м – 1 км), так и приборами среднего (15 – 90 м) и высокого (1...6,0 м) пространственного разрешения, функционирующими в различных участках видимого и ИК-диапазонов спектра; использованием специально разработанных методов и технологий автоматического оперативного сбора, обработки и анализа космических и других данных, для обнаружения и оценки масштабов и последствий природных пожаров; обеспечением возможности прогноза их развития; устранением многочисленных ложных источников тепловых аномалий (газовые факелы, “горячие” производства, блики от металлических крыш, воды серебристых облаков и т.п.).

Применяемые в этой системе методы и технологии разработаны НИИ «АЭРОКОСМОС» в процессе выполнения ряда НИР и ОКР в рамках Федеральных целевых программ Минобрнауки и других ведомств России.

В отличие от существующих космических средств дистанционного обнаружения пожаров, система оперативного космического мониторинга «АЭРОКОСМОС» обеспечивает:

- возможность оперативного непрерывного контроля всей территории Российской Федерации;
- высокую частоту обзора одного и того же района – 25 раз в сутки;
- полностью автоматическую работу в режиме оперативного обнаружения пожаров;
- сочетание обзорной (250...1000м) и детальной (1...90м) космической информации при обнаружении и оценке последствий пожаров;
- наиболее высокую из всех существующих космических систем точность и достоверность обнаружения пожаров (минимальный радиус регистрируемых очагов пожаров ~ 5,5 м, вероятность обнаружения: 0,95...1,0 в простых метеоусловиях и 0,75...0,8 в сложных метеоусловиях);
- минимальный уровень ложных тревог за счет регистрации верифицированных очагов пожаров путем использования специальных методов и технологий, а также применения разнородных космических данных (в то время как другие системы

регистрируют все аномалии или обеспечивают их частичную верификацию в ограниченных районах);

- возможность оперативного (через 10 минут после приема космических данных) предоставления потребителям информации о пожарах и их последствиях;
- возможность прогнозирования развития пожаров;
- возможность быстрой адаптации к информационным средствам потребителей;
- возможность разработки рекомендаций для принятия управленческих решений.

Благодаря открытому принципу системного построения, система мониторинга «АЭРОКОСМОС» позволяет расширять свои функциональные возможности за счет привлечения других спутников и применения новых методов и технологий дистанционного зондирования (радиотепловые, радиолокационные, много- и гиперспектральные методы ДЗЗ, новые методы обработки данных) для повышения надежности обнаружения при любых метеоусловиях, а также обеспечивать увеличение спектра решаемых задач.

Мы налаживаем, в частности, работу с компаниями, которые владеют линиями электропередач – с ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК». У ОАО «ФСК ЕЭС» эксплуатируется 119 тысяч километров магистральных линий электропередач. Им необходим прогноз пожарной опасности и оперативное обнаружение пожаров на огромной территории, где расположены эти ЛЭП. У ОАО «Холдинг МРСК» длина линий электропередач еще больше. Для охраны от пожаров вводится понятие буферной охранной зоны линии электропередачи, и если огонь возникает внутри этой зоны, то система должна давать оповещение о наличии и прогнозе распространения огня и определять, насколько велика опасность.

А в чем еще новизна?

Мы используем комбинацию различных космических изображений с различным пространственным разрешением, полученных с разных спутников. Разве потребителю важно знать с каких спутников пришла информация? Нет, ему важно получить то, что его интересует. Будут новые спутники – мы сможем использовать их информацию в нашей системе, так как она создана по открытому принципу. При этом с огромным нетерпением мы ждем новые современные российские спутники.

Наша основная цель – разработка новых и развитие существующих методов определения различных параметров окружающей среды по разнообразным космическим данным для решения широкого спектра задач. Мы должны продавать не сырую информацию, а информационные продукты, созданные на ее основе. Для этого и необходимы специальные инновационные методы и технологии, позволяющие получать интеллектуальные продукты. Поставленные цели достигаются за счет того, что физики, специалисты в области наук о Земле и информатики, объединившись, создают такие методы, технологии, а с их помощью и информационные продукты, которые необходимы конечным пользователям.

При этом важно накапливать и сохранять данные. Для этого у нас созданы уникальные средства для хранения больших потоков космической информации объемом более 450 Тбайт. Эти средства позволяют накапливать и хранить как сырые данные, так и промежуточные, и, конечно, результаты обработки.

Не так давно на заседании общественного совета департамента природопользования Москвы была представлена ваша разработка для города. В чем она состоит?

Речь идет о проекте МЕГАПОЛИС, который выполняется совместно с европейским проектом MEGAPOLI. В рамках нашего проекта мы разработали новые методы и технологии дистанционного мониторинга, которые позволяют регистрировать множество параметров загрязнения воздушной среды над крупными городами и городскими агломерациями. Прежде всего, это концентрации примесей угарного и углекислого газа (СО и СО₂), окислов азота и серы (NO₂-NO_x и SO₂), метана и озона (СН₄ и О₃), а также аэрозолей, загрязняющих атмосферу города. Космические данные одновременно сравниваются с результатами наземных измерений и сопоставляются с ПДК. Такого уровня обработки данных, который обеспечивается нашими технологиями, не позволяет достичь ни одна из имеющихся в мире систем дистанционного зондирования. При этом необходимо учитывать, что облет с помощью малой авиации, например, такого мегаполиса как Москва практически невозможен.

Кроме наблюдения за выбросами, система обладает возможностями анализа инфракрасных изображений для контроля объектов, выделяющих тепло. Контроль объектов в ИК диапазоне не ограничивается пожарами. Такие средства «видят» тепловое излучение от автомобилей, ТЭЦ и различных производств. Например, тепловое излучение от стоящих в пробках автомобилей позволяет наблюдать кольцевую структуру Москвы. Данные, полученные по результатам космического мониторинга, показывают, что автомобили дают не только более 90% всего уровня газового загрязнения столицы, но и составляют значительную долю всего теплового фона Москвы.

Могут помочь ваши разработки бороться с пробками в столице?

Нужна постановка задачи и организация взаимодействия с Заказчиком. Потом мы сможем разработать и применить соответствующие методы, подобрать необходимые космические данные, обрабатывать их, что и позволит решить эту задачу. Этот этап пока не пройден.

Чего не хватает в вашей работе?

К сожалению, у нас не хватает престижа российской науки. И той роли, которую играли ученые в Советском Союзе и играют сейчас в западном обществе. Именно благодаря уважительному отношению к труду ученых, мы выигрываем конкурсы на Западе с затратами усилий на порядки меньшими, чем в России.