

**Космические исследования часто и несправедливо считают своего рода «вещью-в-себе», имея в виду, что результаты научных работ в области изучения космоса нужны**

**только для дальнейшего изучения самого космоса и бесполезны на Земле. Это не соответствует истине.**

# С ОРБИТЫ

## **ФУНДАМЕНТ ЦИВИЛИЗАЦИИ**

Давно уже стал общим местом рассуждений тот факт, что огромное множество окружающих нас достижений цивилизации обязаны своим существованием фундаментальным научным исследованиям. И если колесо, видимо, появилось в результате гениального озарения, то двигатели внутреннего сгорания не могли быть созданы без кропотливой работы в области термодинамики, электродинамики, молекулярной физики, органической химии и других дисциплин.

Какое место в этом процесс занимают науки, изучающие Вселенную? Можно вспомнить, что гелий, сегодня активно использующийся в промышленности, был открыт на Солнце и только потом найден на Земле. Другой пример из области ядерной физики: некоторые объекты во Вселенной являются естественной лабораторией, где сама природа ставит эксперименты, которые невозможны на Земле. Еще в 1920 году, задолго до создания ядерной физики, на термоядерную реакцию превращения водорода в гелий как на источник энергии излучения звезд указал Артур Эддингтон. Изучение многих явлений в горячей плазме принципиально важно для решения величайшей энергетической проблемы человечества — управляемого термоядерного синтеза.

Фундаментальные космические исследования дали мощный толчок развитию наших представлений об устройстве Вселенной. На рубеже XX и XXI веков мы стали свидетелями «революции» в астрономии, которая имеет

не менее важное значение, чем ставшая основополагающей для многих отраслей науки, а значит, и современных технологий, «революция» в физике, которая произошла в начале XX века. Огромную роль в этом сыграли автоматические приборы, которые устанавливались на космических аппаратах.

Может показаться, что эти достижения не имеют прямого отношения к «повседневной жизни» землян, но это не совсем так — достаточно заглянуть в школьные учебники и энциклопедии, которые продаются во всех книжных магазинах. Знание окружающего мира — важнейшая часть общей культуры, которая, так или иначе, объединяет человечество.

Кроме этого, результаты космических исследований одновременно красивы и понятны любому человеку. В своей публичной лекции нобелевский лауреат Джон Мазер заметил, что уроки астрономии исключительно полезны в школе, поскольку именно эта дисциплина, как никакая другая, позволяет заинтересовать детей наукой — то есть, фактически, является вложением в будущее поколения исследователей.

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭКОНОМИКА

# НА ЗЕМЛЮ

Экономический эффект этой деятельности столь велик, что оценить его невозможно.

### ДИВЕРСИФИКАЦИЯ РАЗРАБОТОК

Другой аспект влияния космических исследований на технический прогресс заключается в прямом или опосредованном переносе технологий, разработанных в целях фундаментальных космических исследований, в повседневную жизнь.

Можно говорить о трансфере технологий, можно употреблять более длинный вариант — «диверсификация». Давно стал хрестоматийным пример внедрения «космических технологий», разработанных для лунной программы США, в производство кроссовок для улучшения их беговых качеств. Менее известен пример «нецелевого» использования телескопа имени Хаббла. ПЗС-матрицы, разработанные в ходе проекта, стали использоваться для диагностики рака груди и, как утверждает, оказались гораздо более эффективными с точки зрения визуализации тканей организма, чем применявшиеся ранее стандартные матрицы.

Но, увлекаясь единичными примерами, нельзя забывать о том, что диверсификация — это не только и не столько конкретные разработки, сколько определенная система взаимоотношений между представителями космической отрасли и, если говорить образно, окружающим миром.

В Европейском космическом агентстве существует специальная служба программы трансфера технологий

(Technology Transfer Programme Office или, сокращенно, ТТРО). Она была создана в 1990 году специально для того, чтобы «облегчить передачу технологий из космических областей в земные приложения и коммерциализацию таких приложений». Ее деятельность включает, в частности, работу с сетью так называемых брокеров (калька с наименования «technology brokers network», под управлением MST Aerospace GmbH, Германия). Эта сеть выступает связующим звеном между некосмической промышленностью, которая формирует запрос, и космическими «игроками», которые со своей стороны предлагают те или иные технологии для их возможной коммерциализации. В ведении этой сети также находится база данных виртуального Форума технологий (Technology Forum).

Кроме того, под эгидой службы ESA работают четыре центра бизнес-инкубаторов и создается инвестиционный фонд для ранней поддержки компаний, готовых заняться коммерциализацией разработок космической промышленности. Раз в полгода выходит специальный бюллетень, где публикуются новости коммерциализации и приводится список новых продуктов, полученных в результате адаптации космических технологий.

В США трансфер технологий является обязанностью NASA как федерального агентства. Здесь работает довольно разветвленная система, особенностью которой можно назвать и то, что она включает и обратную задачу — поиск сторонних компаний, способных предложить инновационное решение для нужд NASA. Механизмом, призванным

решить обе задачи, стала Программа инновационного партнерства (Innovative Partnership Program или IPP). В рамках этой программы работает несколько «подпрограмм» и систем. Назовем лишь две из них — Small Business Innovation Research (SBIR) и Small Business Technology Transfer (STTR), нацеленные на сотрудничество с маленькими компаниями и университетскими лабораториями, работающими в сфере высоких технологий, а также фонд посевного финансирования.

Кроме этого, в рамках общей программы IPP происходит постоянный поиск возможных партнеров, с которыми заключаются лицензионные договоры на использование технологий NASA для коммерческого и общественного использования. Заметим, кстати, что в агентстве тщательно следят за тем, чтобы результаты этой работы, т.е. списки выведенных для общего пользования технологий и продуктов, — так называемые spin-offs, — были известны учителям школ и колледжей, а также, разумеется, инженерам и бизнесменам.

## ЧТО В РОССИИ

Отечественные фундаментальные космические исследования оказывают мощное прямое воздействие (с ним может сравниться разве что только оборонная индустрия) на развитие технологий. Это происходит из-за постоянных требований экспериментаторов к повышению чувствитель-

### ЛОКАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ИК-СПЕКТРОМЕТРА

**Задача компактного ИК-спектрометра высокого разрешения — определение концентрации малых газовых составляющих и парниковых газов (углекислого газа и метана) в атмосферах планет с борта космического аппарата. Но он может использоваться и для локальных измерений содержания парниковых газов и других вредных примесей, как в составе аппаратуры передвижного экологического пункта, так и в виде средств дистанционного зондирования (самолетные и спутниковые наблюдения).**

ности, увеличению разрешающей способности и других характеристик научных приборов, а также улучшению возможностей самих космических платформ, на которых проводятся эти измерения.

Причиной тому еще и то, что элементы научных космических приборов и системы космических аппаратов, а также космическая аппаратура специального назначения зачастую создавались в одних и тех же закрытых лабораториях, предназначенных для оборонных нужд, которые были поэтому оснащены самым современным оборудованием и имели самый квалифицированный в стране технический персонал.

К сожалению, в этой ситуации была и обратная сторона: технологии, получившие «закрытый» статус, так и оставались за барьером закрытости.

Только теперь стали открываться возможности использования космических технологий в сугубо земных и мирных отраслях хозяйства. Однако механизмы диверсификации косми-

ческих технологий для фундаментальных космических исследований еще не отлажены.

В 2006 году в Институте космических исследований РАН была предпринята попытка систематизировать имеющиеся технологии для проведения фундаментальных космических исследований и указать те основные характеристики, которые могут сделать их интересными для потенциальных заказчиков, работающих вне космической отрасли. Результаты этого анализа были опубликованы в сборнике «Инновационные разработки ИКИ РАН для фундаментальных и прикладных космических проектов» (<http://iki.cosmos.ru/innov/rus/>).

Последующая работа с разработчиками приборов позволила найти некоторые примеры для демонстрации возможности диверсификации научной космической аппаратуры. Подробная информация представлена на сайте <http://stp.cosmos.ru/index.php?id=1127> секции «Солнечная система» Совета РАН по космосу.

К сожалению, разработчики приборов и систем для фундаментальных космических исследований не всегда имеют нужные сведения о насущных нуждах в технологических инновациях для других отраслей приборо- и машиностроения. И от потенциальных заказчиков также трудно ожидать, чтобы они стали думать над тем, где бы применить спектрометр для исследований атмосферы Марса.

Решение этой проблемы возможно, например, путем расширения служебных обязанностей отделов главных технологов научных институтов. В составе этих отделов должны появиться специалисты с хорошим техническим кругозором, которые будут не только следить за инновационными решениями разработчиков, но и представлять, что может заинтересовать заказчиков из других областей народного хозяйства. Необходимо ввести и элемент материальной заинтересованности в диверсификации научных разработок.

Сделанные ими заключения нужно будет размещать в открытые для всех пользователей банки данных на сайтах научных организаций. Они должны предусматривать предварительное интерактивное общение между потенциальным заказчиком и разработчиками приборов перед заключением официального контракта по адаптивному сделанных разработок под решение задач заказчика.

Было бы чрезвычайно полезно ввести законодательную норму, при которой преимущественное право на адаптивное сделанной разработки отдается россий-

### КТО ОТЫЩЕТ ВОДОРОД?

**Измеритель содержания изотопов водорода (ИСИВ) предназначен для измерения их содержания в поверхностном слое грунта при посадках космических аппаратов на космические тела. Столь миниатюрная система, при надлежащих мерах безопасности персонала, может применяться и на Земле при анализе веществ и предметов на содержание водорода и его тяжелых изотопов в их поверхностном слое, например в металлургии, стекловаренной промышленности, водородной энергетике и при лабораторном анализе разнообразных веществ на общее содержание водорода.**

## ЧТО МОЖЕТ МИНИ-СТАНЦИЯ

«Наземное» применение можно найти и для марсианской мини-станции (ММС), разработанной для метеорологических, сейсмических, электромагнитных наблюдений на поверхности Красной планеты. Такая автоматическая метеорологическая станция, сброшенная с самолета или вертолета, может работать и во всех доступных и недоступных местах на Земле, постоянно собирая метеорологическую информацию и передавая ее через спутник в пункт обработки данных.

скому исполнителю, а государство участвует в долевым финансировании этого контракта. Такие «виртуальные технобанки» можно было бы создать с минимальными финансовыми затратами всего за 10–12 месяцев. Возможно, было бы целесообразно ввести такую информационную и инвестиционную деятельность в сферу ответственности Инновационного центра в Сколково.

К сожалению, учёт экономического эффекта деятельности по диверсификации космических разработок у нас в стране пока не ведётся.

## КЛАДОВЫЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

С помощью автоматических аппаратов человечество уже достигло нескольких объектов Солнечной системы, где могут функционировать не только роботы, но, в перспективе, и люди. В ближайшие десятилетия встанет вопрос об их освоении.

На нынешнем этапе освоения космоса необходима, в сущности, только разведка природных ресурсов с помощью автоматических космических аппаратов для последующей оценки рентабельности их освоения. Фактически мы уже умеем это делать. Автоматические КА уже довольно подробно исследовали все планеты и некоторые малые тела Солнечной системы. Стоимость таких экспедиций невелика, и параллельно они могут решать и серьезные научные задачи.

Сейчас мы наблюдаем вторую, после «лунной гонки» 60-х годов, волну интереса к Луне. США возобновили исследования земного спутника с помощью автоматических космических аппаратов. Уже выполнены успешные миссии китайского, индийского, европейского и японского космических агентств. Идет подготовка лунных космических проектов в России.

В поверхностных слоях лунного грунта уже обнаружены кремний, титан, алюминий, хром, железо, магний, кальций, натрий, калий, уран, торий, гелий, кислород, водород, азот, углекислый газ и изотоп гелия — гелий-3, который практически отсутствует на Земле. Некоторые элементы из этого лунного списка могли бы стать заменой их источающимся редкоземельным аналогам.

Постепенно все более интенсивными становятся исследования физико-химических свойств астероидов и ядер комет с помощью КА. Есть данные, что в астероидах, кроме железа, содержатся никель, кобальт, металлы платиновой группы (серебро, золото, платина).

Исследования космическими кораблями астероидов в ближайшем будущем могут одновременно решать две задачи: измерять траектории их движения для оценки угрозы для Земли и исследовать их физико-химические характеристики. Последние важны и для того, чтобы пра-

вильно выбрать способ «парировать» возможность столкновения этих тел с нашей планетой.

Другой способ использовать внеземные территории — выносить туда особо энергоёмкие производства. Из результатов ряда исследований следует, что количественный уровень производства энергии на Земле имеет

жесткое ограничение. Мощность земной энергетики не должна превышать 0,1% мощности солнечного излучения, падающего на Землю, или 90 тераватт. Это всего в 6 раз больше современного уровня. В то же время прогнозы потребления и соответственно производства энергии показывают, что при стихийном его развитии этот предел будет достигнут уже в несколько ближайших столетий.

Экономический эффект этой деятельности смогут оценить только будущие поколения.

## НЕОБХОДИМОСТЬ ГОСПРОГРАММЫ

Итак, космические исследования вносят свой вклад в благополучие современного человечества, причем как косвенным, так и прямым способом. Однако по ряду причин в нашей стране возможности космических технологий используются крайне неэффективно.

Можно обозначить следующие пути исправления ситуации.

В части практического применения сделанных научных открытий следует отметить, что результаты фундаментальных научных исследований так или иначе принадлежат всему мировому сообществу. Единственно возможный сегодня путь для любого государства — деятельное участие в этих исследованиях и развитие собственной национальной научной инфраструктуры. Успешное развитие фундаментальной науки в стране — это и залог возникновения современных технологий, для создания которых необходимо глубокое понимание предмета. Безусловно, для этого необходима государственная поддержка ученых.

Второй аспект проблемы — диверсификация оборудования, созданного для решения задач в области фундаментальных космических исследований. Она требует в первую очередь создания простого и эффективного механизма доведения информации о разработках в этой области до потенциального заказчика для их применения в других областях народного хозяйства.

Разведка и освоение ресурсов объектов Солнечной системы — задача, требующая стратегического подхода. Реализация национальной программы исследования и освоения астероидов, Луны и Марса в ближайшие 20–30 лет автоматическими КА прежде всего отвечает интересам России в областях перспективных направлений энергетики, развития высоких технологий и доступа к ключевым компонентам внеземных природных ресурсов.

Решение этой задачи рано или поздно потребует открытия национальной государственной целевой программы. В любом случае будущие задачи освоения Солнечной системы потребуют их учета при формировании федеральной космической программы на грядущие десятилетия.

*Лев Зелёный, Ольга Закутняя, Николай Санько*